

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-068199

(43)Date of publication of application : 11.03.1997

(51)Int.CI.

F04D 29/38

(21)Application number : 07-224093

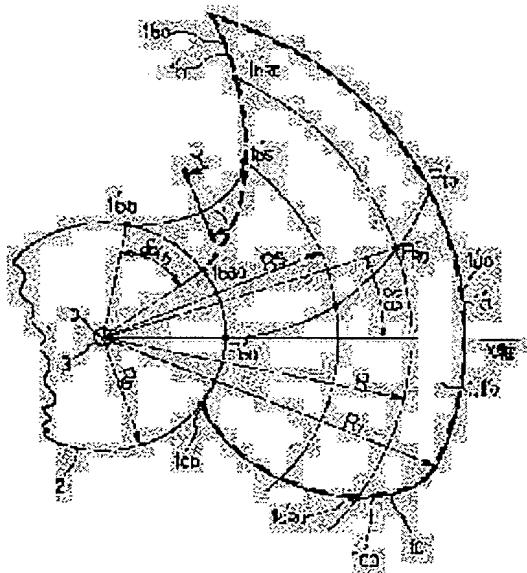
(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 31.08.1995

(72)Inventor : IKEDA HISAFUMI  
YOSHIDA TAKAYUKI  
OTSUTA KATSUHISA  
HIRONAKA YASUO**(54) AXIAL BLOWER AND AIR CONDITIONER****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable an axial blower to broaden particularly its aerodynamic performance to a limit, relating to the axial blower used in a ventilating fan, air conditioner, etc.

**SOLUTION:** This axial blower is provided with a boss part 2 rotated by mounting a blade 1 and the blade constituting the periphery from a blade leading edge part facing the direction of rotation, from a blade trailing edge part facing an opposite direction of rotation and from a blade peripheral part opposed to the boss part. In a projection drawing projecting the axial blower to a plane orthogonal to a rotary shaft of axial blower the rotary shaft serves as an origin O, and a straight line O-1bs' connecting the origin O to an arbitrary point 1bs' on the blade leading edge part is rotated in the direction of rotation with the origin O serving as the center. A blade shape is formed by connecting an intersection 1bb', between this straight line O-1bs' and a boss part side surface which is a boss part radius, and a tangent in the point 1bs' by an arbitrary curve such as being a hollow relating to the direction of rotation, so as to provide a blade leading edge part.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 04.09.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2932975

[Date of registration] 28.05.1999

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-68199

(43)公開日 平成9年(1997)3月11日

(51)Int.Cl.  
F 04 D 29/38

識別記号 執内整理番号

P I  
F 04 D 29/38技術表示箇所  
A  
C

審査請求 未請求 菲求項の数18 OL (全41頁)

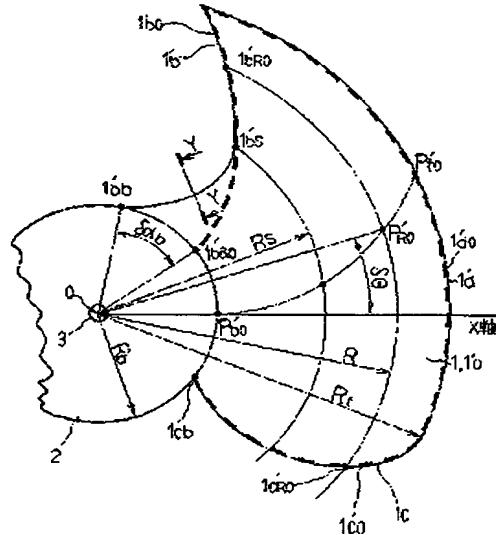
(21)出願番号	特願平7-224093	(71)出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22)出願日	平成7年(1995)8月31日	(72)発明者	植田 尚史 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(72)発明者	吉田 季行 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(72)発明者	大高 勝久 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(74)代理人	弁理士 宮田 金龍 (外3名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軸流送風機、空気調和機

## (57)【要約】

【課題】 換気扇やエアコンなどに用いられる軸流送風機に係り、特にその空力性能を極限まで広くすることを可能にした軸流送風機に関するものである。

【解決手段】 羽根1を取り付けて回転するボス部2と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸を原点Oとし、原点Oと羽根前縁部上の任意の点1 b s' を通じる直線O-1 b s' を原点Oを中心回転方向に回転させ、この直線O-1 b s' とボス部半径であるボス部側面との交点1 b b' と前記1 b s' における接線を回転方向に対し、凹となるような任意曲線で結び羽根前縁部とするように羽根形状を形成する。



(2)

特開平9-68199

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転するボス部に取りつけられ、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、及び上記ボス部に対向する羽根外周部により周囲が構成される羽根と。

上記羽根前縁部の前記ボス部寄りに沿って一辺が、上記羽根前縁部に隣接した上記ボス部の外周に沿って他辺が配置されるとともに、少なくとも上記羽根前縁部または上記ボス部のいずれか一方に取りつけられて上記羽根に一体に形成される、厚みがほぼ羽根厚と同一の板状部材と、を備えたことを特徴とする軸流送風機。

【請求項2】 回転の軸中心を原点Oとし、任意半径における羽根前縁部上の点1 b s' との半径O-1 b s' を回転方向に角度β回転させたときの上記ボス部外周上との交点を1 b b' として、板状部材が上記1 b s' と上記1 b b' とを通るようなほぼ三角形の形状としたことを特徴とする請求項1記載の軸流送風機。

【請求項3】 回転の軸中心を原点Oとし、任意半径における羽根前縁部上の点1 b s' との半径O-1 b s' を回転方向に角度β回転させたときのボス部外周上との交点を1 b b' として、板状部材の他辺が羽根前縁部とこの1 b b' との間に配置される際、上記角度βを10°～40°に選択したことを特徴とする請求項1記載の軸流送風機。

【請求項4】 回転の軸中心を原点Oとし、任意半径における羽根前縁部上の点1 b s' とし、羽根外周部半径をR t として、板状部材の一辺が羽根前縁部の1 b s' とボス部との間に配置される際、半径O-1 b s' を上記羽根外周部半径R t の40%～75%に選択したことを特徴とする請求項1記載の軸流送風機。

【請求項5】 板状部材は、羽根前縁部に回転方向から密着して取りつけられることを特徴とする請求項1記載の軸流送風機。

【請求項6】 回転するボス部に取りつけられ、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、及び上記ボス部に対向する羽根外周部により周囲が構成される羽根と。

上記羽根前縁部の前記ボス部寄りに沿って一辺が、上記羽根前縁部に隣接した上記ボス部の外周に沿って他辺が配置されるとともに、少なくとも上記羽根前縁部または上記ボス部のいずれか一方に取りつけられて上記羽根に一体に形成される、厚みがほぼ羽根厚と同一の板状部材であって、回転の軸中心を原点Oとし、任意半径における上記羽根前縁部上の点1 b s' とし、前記1 b s' と原点Oとの半径O-1 b s' を回転方向に角度β回転させたときの上記ボス部外周上との交点を1 b b' として、上記1 b s' と1 b b' とを通るような板状部材と、を備え、上記角度βを10°～40°に選択し、半径O-1 b s' を上記羽根外周部半径R t の40%～75%に選択したことを特徴とする軸流送風機。

10 【請求項7】 回転するボス部に取りつけられ、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、及び上記ボス部に対向する羽根外周部により周囲が構成される羽根と。

回転の軸中心を原点Oとし、任意半径における上記羽根前縁部上の点1 b s' との半径O-1 b s' を回転方向に角度β回転させたときの上記ボス部外周上との交点を1 b b' として、上記1 b s' と上記1 b b' とを通るような形状に上記羽根前縁部の上記ボス部寄り部分を回転方向に延長させた羽根形状と、を備え、上記角度βを10°～40°に選択したことを特徴とする軸流送風機。

【請求項8】 半径O-1 b s' を羽根外周部半径R t の40%～75%に選択したことを特徴とする請求項7記載の軸流送風機。

【請求項9】 個個の羽根に対し角度βを変化させた複数の羽根を有することを特徴とする請求項2または3または6または7または8項記載の軸流送風機。

【請求項10】 個個の羽根に対し半径O-1 b s' を変化させた複数の羽根を有することを特徴とする請求項2または3または4または6または7または8または9項記載の軸流送風機。

【請求項11】 羽根前縁部のボス部より部分を回転方向延長させた羽根形状を、1 b s' 及び1 b b' における接線を回転方向に対し、凹となるような曲線で結び上記羽根前縁部とするように形成したことを特徴とする請求項2または3または4または6または7または8項記載の軸流送風機。

【請求項12】 羽根前縁部とボス部との接続部を羽根外周部半径の1.5%～3.5%の大きさの半径とする回転方向に対し凹となるような歯線で結び、羽根前縁部とするように羽根形状を形成したことを特徴とする請求項1ないし11のうちのいずれか1項記載の軸流送風機。

【請求項13】 羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根と、回転の軸中心を原点Oとし、原点Oと羽根前縁部上の任意の点1 b s' を結ぶ直線1 b s' - Oを原点Oを中心回転方向に回転させたときの、直線1 b s' - Oとボス部半径であるボス部側面との交点1 b b' と前記点1 b s' における接線を回転方向に対し、凹となるような任意曲線で結び羽根前縁部とするように羽根形状を形成したことを特徴とする軸流送風機。

【請求項14】 回転の軸中心を原点Oとし、羽根の付け根の羽根前縁部上の点1 b a O' と原点Oを結んだ直線1 b a O' - Oを、原点Oを中心回転方向に20°～50°の間である角度δαを分回転させた時のボス部半径R b の点1 b b' と羽根外周部半径の40%～70%の半径R s をもつ羽根前縁部上の点1 b s' の間の形状を、前記羽根前縁部を基準として、前記羽根のボス部

(3)

3

半径R<sub>b</sub>である羽根前縁部上の点1 b a' から前記角度 $\delta\alpha b$ 分回転方向に回転させたときのボス部半径R<sub>b</sub>の羽根前縁部上の点1 b b' の間に存在するボス部半径R<sub>b</sub>～半径R<sub>s</sub>の間の半径R<sub>c</sub>の点1 b C' と原点Oを結んだ直線1 b C' - Oと直線1 b a' - Oとのなす角度を示す $\delta\alpha$ の半径方向分布を

$$\delta\alpha = (\delta\alpha b / (R_b - R_s) 2) \times (R - R_s) 2 \\ (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、前記羽根と連続するように、羽根前縁部上の点1 b s' よりボス部寄り部分の羽根前縁部を回転方向に延長し、羽根形状を形成したことを特徴とする請求項1 3記載の離流送風機。

【請求項15】 回転の軸中心を原点Oとし、ベースの羽根1 O' のボス部半径R<sub>b</sub>における羽根前縁部上の点1 b a O' と原点Oを結んだ直線1 b a O' - Oを、原点Oを中心に回転方向に20°～50°の間である角度 $\delta\alpha b$ 分回転させた時の点を羽根前縁ボス部延長終点1 b b' としたとき、羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる扇開図において、前記羽根1 Oとそり角θ、食い違い角δを同一のまま、ボス部半径R<sub>b</sub>での翼弦を、前記点1 b b' まで延長し、このときの前記羽根1 Oのボス部半径R<sub>b</sub>における翼弦長L<sub>b</sub>と前記点1 b b' ～羽根後縁部1 C<sub>b</sub>までの翼弦長L<sub>b</sub>'、この差を△L<sub>b</sub>とし、羽根外周部半径の40～60%の半径R<sub>s</sub>での羽根前縁部上の点1 b s' での翼弦長L<sub>s</sub>とすると、ボス部半径R<sub>b</sub>から前記羽根前縁部上の点1 b s' までの翼弦長Lの半径方向分布を

$$L = \Delta L_b / (R_s - R_b) 2 \times (R - R_s) 2 + L_s \\ (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、羽根形状を形成したことと特徴とする請求項1 3記載の離流送風機。

【請求項16】 翼流送風機の羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる扇開図において、その羽根断面におけるそり線の形状を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角をθ（θ：そり角）とした場合、θの半径方向分布をθ = (θ<sub>t</sub> - θ<sub>b</sub>) × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>) + θ<sub>b</sub>（θ<sub>t</sub>：羽根外周部でのそり角、θ<sub>b</sub>：羽根ボス部半径R<sub>b</sub>におけるそり角）で与え、θ<sub>t</sub> = 25°～35°、θ<sub>b</sub> = 30°～55°、θ<sub>t</sub> < θ<sub>b</sub>とし、

上記扇開図において、羽根の翼弦線と上記回転軸と平行で上記羽根の前縁部を通る直線とのなす角度をδ（δ：食い違い角）とするととき、δの半径方向分布を、δ = (δ<sub>t</sub> - δ<sub>b</sub>) × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>) + δ<sub>b</sub>（δ<sub>t</sub>：羽根外周部での食い違い角、δ<sub>b</sub>：ボス部半径R<sub>b</sub>における食い違い角）で与え、δ<sub>t</sub> = 55°～70°、δ<sub>b</sub> = 40°～65°、δ<sub>t</sub> > δ<sub>b</sub>とし、

さらに、翼弦長さ、羽根間の円周方向距離（ピッチ）であるTとの比で定義される節弦比T/Lの値を、各半径点においてT/L = 1.1～2.0とし、

特開平9-68199

4

かつ上記回転軸と直交する平面に離流送風機を投影した投影図において、上記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>の円筒面で切断したときの断面における翼弦線中心点をP<sub>b'</sub>とし、上記回転軸を原点Oとして、上記O点とP<sub>b'</sub>点とを結ぶ直線をX軸とした座標系で、上記羽根を任意半径Rの円筒面で切断した時の翼弦線中心点をP<sub>R'</sub>として、直線P<sub>R'</sub> - Oと上記X軸とのなす角度をδθ（δθ：回転方向前進角）とした場合、δθの半径方向分布を

$$10 \quad \delta\theta = \delta\theta t \times (R - R_b) / (R_t - R_b) \\ (R_t : 羽根外周部半径, R_b : 羽根ボス部半径, \delta\theta t : 直線P<sub>t</sub> - OとX軸とのなす角度) で与え、\delta\theta t を25°～40°とし、まず羽根形状を形成し、この時の羽根の付け根の羽根前縁部上の点1 b a' と原点Oを結んだ直線1 b a' - Oを、原点Oを中心に回転方向に20°～50°の間である角度 $\delta\alpha b$ 分回転させた時のボス部半径R<sub>b</sub>の点1 b b' と羽根外周部半径の40～70%の半径R<sub>s</sub>をもつ羽根前縁部上の点1 b s' の間の形状を、前記羽根前縁部を基準として、前記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>である羽根前縁部上の点1 b a' から前記角度 $\delta\alpha b$ 分回転方向に回転させたときのボス部半径R<sub>b</sub>の羽根前縁部上の点1 b b' の間に存在するボス部半径R<sub>b</sub>～半径R<sub>s</sub>の間の半径R<sub>c</sub>の点1 b C' と原点Oを結んだ直線1 b C' - Oと直線1 b a' - Oとのなす角度を示す $\delta\alpha$ の半径方向分布を$$

$$\delta\alpha = (\delta\alpha b / (R_b - R_s) 2) \times (R - R_s) 2$$

$$(R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、前記羽根と連続するように、羽根前縁部上の点1 b s' よりボス部寄り部分の羽根前縁部を回転方向に延長し、羽根形状を形成したことを特徴とする請求項1 3記載の離流送風機。

【請求項17】 翼流送風機の羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる扇開図において、その羽根断面におけるそり線の形状を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角をθ（θ：そり角）とした場合、θの半径方向分布をθ = (θ<sub>t</sub> - θ<sub>b</sub>) × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>) + θ<sub>b</sub>（θ<sub>t</sub>：羽根外周部でのそり角、θ<sub>b</sub>：羽根ボス部半径R<sub>b</sub>におけるそり角）で与え、θ<sub>t</sub> = 25°～35°、θ<sub>b</sub> = 30°～55°、θ<sub>t</sub> < θ<sub>b</sub>とし、

上記扇開図において、羽根の翼弦線と上記回転軸と平行で上記羽根の前縁部を通る直線とのなす角度をδ（δ：食い違い角）とするととき、δの半径方向分布を、δ = (δ<sub>t</sub> - δ<sub>b</sub>) × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>) + δ<sub>b</sub>（δ<sub>t</sub>：羽根外周部での食い違い角、δ<sub>b</sub>：ボス部半径R<sub>b</sub>における食い違い角）で与え、δ<sub>t</sub> = 55°～70°、δ<sub>b</sub> = 40°～65°、δ<sub>t</sub> > δ<sub>b</sub>とし、

かつ上記回転軸と直交する平面に離流送風機を投影した投影図において、上記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>の円筒面で切断したときの断面における翼弦線中心点をP<sub>b O'</sub>と

(4)

特開平9-68199

5

し、上記回転軸を原点Oとして、上記O点とP<sub>b</sub>O'点とを結ぶ直線をX軸とした座標系で、上記羽根を任意半径Rの円筒面で切断した時の翼弦線中心点をPRO'として、直線PRO' - Oと上記X軸とのなす角度をθ<sub>θ</sub>（θ<sub>θ</sub>：回転方向前進角）とした場合、θ<sub>θ</sub>の半径方向分布を

$$\theta_{\theta} = \theta_t \times (R - R_b) / (R_t - R_b)$$

（R<sub>t</sub>：羽根外周部半径、R<sub>b</sub>：羽根ボス部半径、θ<sub>t</sub>：直線P<sub>t</sub>O' - OとX軸とのなす角度）で与え、θ<sub>t</sub>を25～40°とし、

さらに、翼弦長しO、羽根間の円周方向距離（ピッチ）であるTとの比で定義される節弦比T/Lの値を、各半径点においてT/L = 1.1～2.0とし、まず羽根形状1O'を形成し、

前記投影図において、羽根1O'のボス部半径R<sub>b</sub>における羽根前縁部上の点1baO'を原点Oを結んだ直線1baO' - Oを、原点Oを中心回転方向に20～50°の間である角度θ<sub>a</sub>分回転させた時の点を羽根前縁ボス部延長終点1bri'としたとき、羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる扇開図において、前記羽根1Oとそり角θ<sub>a</sub>、食い違い角θ<sub>a</sub>が同一のまま、ボス部半径R<sub>b</sub>での翼弦を、前記点1briまで延長し、このときの前記羽根1Oのボス部半径R<sub>b</sub>における翼弦長しOと前記点1b<sub>b</sub>～羽根後縁部1Cbまでの翼弦長し<sub>b</sub>、この差を△sh<sub>b</sub>とし、羽根外周部半径の40～60%の半径R<sub>s</sub>での羽根前縁部上の点1bsまでの翼弦長しSとすると、ボス部半径R<sub>b</sub>から前記羽根前縁部上の点1bsまでの翼弦長しの半径方向分布を

$$L = \Delta L b / (R_s - R_b) 2 \times (R - R_s) 2 + LS \quad (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、羽根形状を形成したことと特徴とする請求項1～3記載の軸流送風機。

【請求項1】 請求項1ないし17のうちのいずれか1項記載の軸流送風機を使用したことを特徴とする空気調和機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、家庭用、工業用などの空気調和装置等に広く用いられる軸流送風機に関して、特に空力騒音を極限まで低くすることを可能にした軸流送風機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 送風機は、空調機や換気扇等に幅広く使われており、その羽根直から発生する騒音をできる限り低くすることは、社会的にも非常に重要である。従来技術の中で、低騒音化を図る手法としては、特公平2-2000号公報に見られるように、羽根車の3次元形状を決めるパラメータを明らかにし、形状を最適化することによるものであった。図97は特公平2-2000号公

6

報に示された従来の羽根車を示す斜視図である。図において1は羽根車の羽根、1aは羽根先端部、1bは羽根前縁部、1cは羽根後縁部、1dは羽根外周部、2は羽根を取り付けるボス部、3は回転軸、4は回転方向である。

【0003】 また、図98は回転軸3と直交する平面に羽根車を投影したときの投影図で、1'は平面投影図における羽根、1a'は平面投影図における羽根先端部、1b'は平面投影図における羽根前縁部、1c'は平面

10 投影図における羽根後縁部、1d'は平面投影図における羽根外周部である。また図100は図99におけるボス部翼弦線中心点P<sub>b</sub>'から外周部翼弦線中心点P<sub>t</sub>'までの半径方向への軌跡P<sub>b</sub>' - P<sub>R'</sub> - P<sub>t</sub>'について、任意の半径Rにおける翼弦線中心点PRを平面OX面に半径Rで回転投影した翼弦線中心点PRの半径方向分布、および羽根1の同一位置での断面を示している。また図100は、翼弦線中心点PRを相対的な原点として羽根面を形成したとき、羽根1を半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図で、5aはそり線、5a'は羽根負圧面、5bは羽根圧力面、6は回転軸平行線である。

【0004】 この羽根車において、羽根1を構成する諸因子を明確にすることにより羽根1の3次元的曲面形状を具体化に定義している。図98における回転軸と直交する平面に羽根車を投影したときの投影面において、上記羽根のボス部を半径R<sub>b</sub>の円筒面で切断したときの断面における翼弦線中心点をP<sub>b</sub>'とし、上記回転軸を原点Oとして、上記O点とP<sub>b</sub>'点とを結ぶ直線をX軸とした座標系で、上記羽根を半径Rの円筒面で切断したときの翼弦線中心点をPR'として、直線P<sub>b</sub>' - Oと上記X軸とのなす角度をθ<sub>θ</sub>（θ<sub>θ</sub>：回転方向前進角）とした場合、θ<sub>θ</sub>の半径方向分布をθ<sub>θ</sub> = θ<sub>t</sub> × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>)（R<sub>t</sub>：羽根チップ半径、R<sub>b</sub>：羽根ボス部半径、θ<sub>t</sub>：直線P<sub>R'</sub> - OとX軸とのなす角度）で与え、θ<sub>t</sub> = 40°～50°とし、かつ図98において、回転軸を中心とする半径Rの円筒面で羽根車を切断したときの断面における翼弦線中心点PRと、羽根のボス部を半径R<sub>b</sub>の円筒面で切断したときの断面における翼弦線中心点P<sub>b</sub>通り、上記回転軸と直交する平面SCとの距離をし<sub>s</sub>としたとき、気流の吸込側を正方向とした座標系において上記翼弦線中心点PRを上記SC平面に対して常に正方向に位置させ、θ<sub>Z</sub> = tan<sup>-1</sup>(LS / (R - R<sub>b</sub>))（θ<sub>Z</sub>：吸込方向前傾角）で表現できるθ<sub>Z</sub>の値をθ<sub>Z</sub> = 12.5°～32.5°とし、

【0005】 かつ図100において、羽根を半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、その羽根断面におけるそり線の形状を円弧形状とし、その円弧形状を形成するための中心角をθ（θ：そり角）とした場合、θの半径方向分布をθ

(5)

特開平9-68199

7

$= (\theta t - \theta b) \times (R t - R b) / (R t - R b) + \theta b$  ( $\theta t$ : 羽根チップでのそり角,  $\theta b$ : 羽根ボス部でのそり角) で与え、 $\theta t = 20^\circ \sim 30^\circ$ ,  $\theta b = 27^\circ \sim 37^\circ$ ,  $\theta t < \theta b$  とし、また、羽根の取付位置はその翼弦線  $1 b - 1 c$  と、回転軸と平行で羽根前縁部  $1 b$  を通る直線  $6$  とのなす角度を食い違いの角とした場合、その半径方向分布を、 $\xi = (\xi t - \xi b) \times (R t - R b) / (R t - R b) + \xi b$  ( $\xi t$ : 羽根チップでの食い違いの角,  $\xi b$ : 羽根ボス部での食い違いの角) で与え、 $\xi t = 62^\circ \sim 72^\circ$ ,  $\xi b = 53^\circ \sim 63^\circ$ ,  $\xi t > \xi b$  とし、さらに、この図 100 における  $L$  は翼弦長であり、図 101 に示した羽根間の円周方向距離  $T$  を用いた絶弦比  $T/L$  で羽根の大きさを限定しており、各半径の点において  $T/L = 1 \sim 1.1$  としている。このような 3 次元曲面形状の羽根車にすることにより、羽根面上の境界層の発達が抑制されたり、放出渦の状態が変化するため、ある程度広い動作領域にわたり、相当低騒音の軸流送風機となっていた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の軸流送風機は以上のような低騒音の特徴を有しているが、風量が多く、風圧がさほどかからない動作点付近では、図 102 に示すように羽根前縁ボス部付近では吸い込む空気が羽根の負圧面側へ衝突し、羽根負圧面上の流れに乱れを発生させ圧力変動をもたらし、騒音増大するという問題があった。また、吸込流れの圧損が大きいとき、すなわち吸込口側にホコリ等が付着し、吸込みにくくなったときなどには、羽根負圧面上では羽根前縁付近で流れの剥離現象が生じ、大きな乱れを含んだ流れが羽根負圧面上を流れるため大きな圧力変動が生じ、騒音が増大するという問題点があった。

【0007】さらに従来の軸流送風機の羽根は強度上、羽根前縁ボス部付近の板厚を一部厚くすることにより応力集中を逃がす傾向にあった。そのため、羽根前縁部が局所的に厚くなることにより、流れがこの板厚の厚い羽根前縁ボス部に衝突し、それにより生じた乱れが羽根面上の流れに乱れを与える、圧力変動の増大を招き、騒音が悪化する傾向にあった。本発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、羽根前縁ボス部での吸込流れの衝突を防ぐとともに、高静圧化も図った高性能、低騒音かつ強度的にも十分な軸流送風機を得ることを目的とする。さらに又、本発明は低騒音の空気調和機を得ることを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】第 1 の発明に係る軸流送風機は、回転するボス部に取りつけられ、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、及び上記ボス部に対向する羽根外周部により周囲が構成される羽根と、羽根前縁部の前記ボス部寄りより沿って一辺が、羽根前縁部に隣接したボス部の外周に沿って他刃が配置されるとともに、少なくとも羽根前縁部またはボス部のいずれか一方に取りつけられて羽根に一体に形成される、厚みがほぼ羽根厚と同一の板状部材と、を備えたものである。

【0009】又、第 2 の発明に係る軸流送風機は、回転の軸中心を原点 O とし、任意半径における羽根前縁部上の点  $1 b s'$  との半径  $O - 1 b s'$  を回転方向に角度  $\beta$  回転させたときのボス部外周上との交点を  $1 b b'$  として、板状部材が上記  $1 b s'$  と上記  $1 b b'$  とを通るよ

うなほぼ三角形の形状としたものである。又、第 3 の発明に係る軸流送風機は、回転の軸中心を原点 O とし、任意半径における羽根前縁部上の点  $1 b s'$  との半径  $O - 1 b s'$  を回転方向に角度  $\beta$  回転させたときのボス部外周上との交点を  $1 b b'$  として、板状部材が上記  $1 b s'$  と上記  $1 b b'$  との間に配置される際、角度  $\beta$  を  $10^\circ \sim 40^\circ$  に選択したものである。

【0010】又、第 4 の発明に係る軸流送風機は、回転の軸中心を原点 O とし、任意半径における羽根前縁部上の点  $1 b s'$  とし、羽根外周部半径  $R t$  として、板状部材の一辺が羽根前縁部の  $1 b s'$  とボス部との間に配置される際、半径  $O - 1 b s'$  を羽根外周部半径  $R t$  の  $40\% \sim 75\%$  に選択したものである。又、第 5 の発明に係る軸流送風機は、板状部材は、羽根前縁部に回転方向から密着して取りつけられるものである。

【0011】又、第 6 の発明に係る軸流送風機は、回転するボス部に取りつけられ、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、及びボス部に対向する羽根外周部により周囲が構成される羽根と、羽根前縁部の前記ボス部寄りに沿って一辺が、羽根前縁部に隣接したボス部の外周に沿って他刃が配置されるとともに、少なくとも羽根前縁部またはボス部のいずれか一方に取りつけられて羽根に一体に形成される、厚みがほぼ羽根厚と同一の板状部材であって、回転の軸中心を原点 O とし、任意半径における羽根前縁部上の点  $1 b s'$  とし、前記  $1 b s'$  と原点 O との半径  $O - 1 b s'$  を回転方向に角度  $\beta$  回転させたときのボス部外周上との交点を  $1 b b'$  として、 $1 b s'$  と  $1 b b'$  とを通るような板状部材と、を備え、角度  $\beta$  を  $10^\circ \sim 40^\circ$  に選択し、半径  $O - 1 b s'$  を羽根外周部半径  $R t$  の  $40\% \sim 75\%$  に選択したものである。

【0012】又、第 7 の発明に係る軸流送風機は、回転するボス部に取りつけられ、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、及びボス部に対向する羽根外周部により周囲が構成される羽根と、回転の軸中心を原点 O とし、任意半径における羽根前縁部上の点  $1 b s'$  との半径  $O - 1 b s'$  を回転方向に角度  $\beta$  回転させたときのボス部外周上との交点を  $1 b b'$  として、 $1 b s'$  と  $1 b b'$  とを通るような形状に羽根前縁部のボス部寄り部分を回転方向に延長させた羽根形状と、を備え、角度  $\beta$  を  $10^\circ \sim 40^\circ$  に選択したも

(5)

特開平9-68199

9

のである。又、第8の発明に係る軸流送風機は、半径 $O - 1 b s'$ を羽根外周部半径 $R t$ の40%~75%に選択したものである。又、第9の発明に係る軸流送風機は、個別の羽根に対し角度 $\delta$ を変化させた複数の羽根を有するものである。又、第10の発明に係る軸流送風機は、個別の羽根に対し半径 $O - 1 b s'$ を変化させた複数の羽根を有するものである。

【0013】又、第11の発明に係る軸流送風機は、羽根前縁部のボス部より部分を回転方向延長させた羽根形状を、 $1 b s'$ 及び $1 b b'$ における接線を回転方向に対し、凹となるような曲線で結び羽根前縁部とするように形成したものである。又、第12の発明に係る軸流送風機は、羽根前縁部とボス部との接続部を羽根外周部半径の15%~35%の大きさの半径とする回転方向に対し、凹となるような歯線で結び、羽根前縁部とするように羽根形状を形成したものである。

【0014】又、第13の発明に係る軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根と、回転の軸中心を原点Oとし、原点Oと羽根前縁部上の任意の点 $1 b s'$ とを結ぶ直線 $1 b s' - O$ を原点Oを中心回転方向に回転させたときの、直線 $1 b s' - O$ とボス部半径であるボス部側面との交点 $1 b b'$ と点 $1 b s'$ における接線を回転方向に対し、凹となるような任意曲線で結び羽根前縁部とするように羽根形状を形成したものである。

【0015】又、第14発明に係る軸流送風機は、回転の軸中心を原点Oとし、羽根の付け根の羽根前縁部上の点 $1 b a O'$ と原点Oを結んだ直線 $1 b a O' - O$ を、原点Oを中心に回転方向に20°~50°の間である角度 $\delta \alpha b$ 分回転させた時のボス部半径 $R b$ の点 $1 b b'$ と羽根外周部半径の40%~70%の半径 $R s$ をもつ羽根前縁部上の点 $1 b s'$ の間の形状を、羽根前縁部を基準として、羽根のボス部半径 $R t$ である羽根前縁部上の点 $1 b a'$ から角度 $\delta \alpha b$ 分回転方向に回転させたときのボス部半径 $R t$ の羽根前縁部上の点 $1 b r i'$ の間に存在するボス部半径 $R b$ ~半径 $R s$ の間の半径 $R c$ の点 $1 b C'$ と原点Oを結んだ直線 $1 b C' - O$ と直線 $1 b a' - O$ とのなす角度を示す $\delta \alpha$ の半径方向分布を $\delta \alpha = (\delta \alpha b / (R b - R s)) 2 \times (R - R s) 2 / (R b \leq R \leq R s)$

で与え、羽根と連続するように、羽根前縁部上の点 $1 b s'$ よりボス部寄り部分の羽根前縁部を回転方向に延長し、羽根形状を形成したものである。

【0016】又、第15の発明に係る送風機は、回転の軸中心を原点Oとし、ベースの羽根 $1 O'$ のボス部半径 $R b$ における羽根前縁部上の点 $1 b a O'$ と原点Oを結んだ直線 $1 b a O' - O$ を、原点Oを中心に回転方向に20°~50°の間である角度 $\delta \alpha b$ 分回転させた時の点

10

を羽根前縁ボス部延長終点 $1 b r i'$ としたとき、羽根を任意半径 $R$ の円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、羽根 $1 O$ とそり角 $\theta$ 、食い違い角 $\varsigma$ が同一のまま、ボス部半径 $R b$ での翼弦を、点 $1 b b'$ まで延長し、このときの羽根 $1 O$ のボス部半径 $R t$ における翼弦長 $L b O$ と前記点 $1 b b'$ ~羽根後縁部 $1 C b$ までの翼弦長 $L b i$ 、この差を $\Delta L b$ とし、羽根外周部半径の40%~60%の半径 $R s$ での羽根前縁部上の点 $1 b s'$ での翼弦長 $L S$ とすると、ボス部半径 $R t$ から羽根前縁部上の点 $1 b s'$ までの翼弦長 $L$ の半径方向分布を

$$L = \Delta L b / (R s - R b) 2 \times (R - R s) 2 + L S \\ (R b \leq R \leq R s)$$

で与え、羽根形状を形成したものである。

【0017】又、第16の発明に係る軸流送風機は、軸流送風機の羽根を任意半径 $R$ の円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、その羽根断面におけるそり線の形状を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角を $\theta$  ( $\theta$ :そり角)とした場合、 $\theta$ の半径方向分布を $\theta = (\theta t - \theta b) \times (R - R b) / (R t - R b) + \theta b$  ( $\theta t$ :羽根外周部でのそり角、 $\theta b$ :羽根ボス部半径 $R b$ におけるそり角)で与え、 $\theta t = 25^\circ \sim 35^\circ$ 、 $\theta b = 30^\circ \sim 55^\circ$ 、 $\theta t < \theta b$ とし、上記展開図において、羽根の翼弦線と上記回転軸と平行で上記羽根の前縁部を通る直線とのなす角度を $\varsigma$  ( $\varsigma$ :食い違い角)とするとき、その半径方向分布を、 $\varsigma = (\varsigma t - \varsigma b) \times (R - R b) / (R t - R b) + \varsigma b$  ( $\varsigma t$ :羽根外周部での食い違い角、 $\varsigma b$ :ボス部半径 $R b$ における食い違い角)で与え、 $\varsigma t = 55^\circ \sim 70^\circ$ 、 $\varsigma b = 40^\circ \sim 65^\circ$ 、 $\varsigma t > \varsigma b$ とし、さらに、翼弦長 $L$ 、羽根間の円周方向距離(ピッチ)である $T$ との比で定義される節弦比 $T/L$ の値を、各半径点において $T/L = 1, 1 \sim 2, 0$ とし、かつ上記回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、上記羽根のボス部半径 $R b$ の円筒面で切断したときの断面における翼弦線中心点を $P r i'$ とし、上記回転軸を原点Oとして、上記の点と $P b$ 点とを結ぶ直線をX軸とした座標系で、上記羽根を任意半径 $R$ の円筒面で切断した時の翼弦線中心点を $P R'$ として、直線 $P R' - O$ と上記X軸とのなす角度を $\delta \theta$  ( $\delta \theta$ :回転方向前進角)とした場合、 $\delta \theta$ の半径方向分布を $\delta \theta = \delta \theta t \times (R - R b) / (R t - R b)$  ( $R t$ :羽根外周部半径、 $R b$ :羽根ボス部半径、 $\delta \theta t$ :直線 $P t - O$ とX軸のなす角度)で与え、 $\delta \theta t$ を $25^\circ \sim 40^\circ$ とし、まず羽根形状を形成し、この時の羽根の付け根の羽根前縁部上の点 $1 b a'$ と原点Oを結んだ直線 $1 b a' - O$ を、原点Oを中心に回転方向に20°~50°の間である角度 $\delta \alpha b$ 分回転させた時のボス部半径 $R b$ の点 $1 b b'$ と羽根外周部半径の40%~70%の半径 $R s$ をもつ羽根前縁部上の点 $1 b s'$ の間の形

(7)

特開平9-68199

11

状を、前記羽根前縁部を基準として、前記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>りである羽根前縁部上の点1 b a'から前記角度δα b分回転方向に回転させたときのボス部半径R<sub>b</sub>の羽根前縁部上の点1 b b'の間に存在するボス部半径R<sub>b</sub>～半径R<sub>s</sub>の間の半径R<sub>c</sub>の点1 b C' と原点Oを結んだ直線1 b C' - Oと直線1 b a' - Oとのなす角度を示すδαの半径方向分布を

$$\delta\alpha = (\delta\alpha b / (R_b - R_s) 2) \times (R - R_s) 2 \quad (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、前記羽根と連続するように、羽根前縁部上の点1 b sよりボス部寄り部分の羽根前縁部を回転方向に延長し、羽根形状を形成したものである。

【0018】又、第17の発明に係る軸流送風機は、軸流送風機の羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、その羽根断面におけるそり線の形状を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角をθ(θ:そり角)とした場合、θの半径方向分布をθ = (θ t - θ b) × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>) + θ b(θ t:羽根外周部でのそり角、θ b:羽根ボス部半径R<sub>b</sub>におけるそり角)で与え、θ t = 25°～35°、θ b = 30°～55°、θ t < θ bとし、上記展開図において、羽根の翼弦線と上記回転軸と平行で上記羽根の前縁部を結ぶ直線とのなす角度をδ(δ:食い違い角)とするとき、その半径方向分布を、δ = (δ t - δ b) × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>) + δ b(δ t:羽根外周部での食い違い角、δ b:ボス部半径R<sub>b</sub>における食い違い角)で与え、δ t = 55°～70°、δ b = 40°～65°、δ t > δ bとし、かつ上記回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、上記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>の円筒面で切断したときの断面における翼弦線中心点をP<sub>b</sub> O' とし、上記回転軸を原点Oとして、上記O点とP<sub>b</sub> O' 点とを結ぶ直線をX軸とした座標系で、上記羽根を任意半径Rの円筒面で切断した時の翼弦線中心点をP R O' として、直線P R O' - Oと上記X軸とのなす角度をδθ(δθ:回転方向前進角)とした場合、δθの半径方向分布を

$$\delta\theta = \delta\theta t \times (R - R_b) / (R_t - R_b)$$

(R<sub>t</sub>:羽根外周部半径、R<sub>b</sub>:羽根ボス部半径、δθ t:直線P t O' - OとX軸とのなす角度)で与え、δθ tを25°～40°とし、さらに、翼弦長L O'、羽根間の円周方向距離(ピッチ)であるTとの比で定義される節弦比T/L O'の値を、各半径点においてT/L O' = 1.1～2.0とし、まず羽根形状1 O' を形成し、前記投影図において、羽根1 O' のボス部半径R<sub>b</sub>における羽根前縁部上の点1 b a O' と原点Oを結んだ直線1 b a O' - Oを、原点Oを中心回転方向に20°～50°の間である角度δα b分回転させた時の点を羽根前縁部ボス部延長点1 b b'としたとき、羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られ

12

る展開図において、前記羽根1 Oとそり角θ、食い違い角δが同一のまま、ボス部半径R<sub>b</sub>での翼弦を、前記点1 b bまで延長し、このときの前記羽根1 Oのボス部半径R<sub>b</sub>における翼弦長L b Oと前記点1 b b～羽根後縁部1 C'までの翼弦長L b'、この差を△L bとし、羽根外周部半径の4%～60%の半径R<sub>s</sub>での羽根前縁部上の点1 b sでの翼弦長L Sとするとき、ボス部半径R<sub>b</sub>から前記羽根前縁部上の点1 b sまでの翼弦長Lの半径方向分布を

$$L = \Delta L b / (R_s - R_b) 2 \times (R - R_s) 2 + L S \quad (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、羽根形状を形成したものである。又、第18の発明に係る空気調和機は上述の軸流送風機を使用したものである。

【0019】

【発明の実施の形態】

実施例1

以下、一実施例を図に基づいて説明する。図1はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図である。

例えば3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印、1 bは羽根前縁部、1 dは羽根外周部、1 Cは羽根後縁部、7は羽根前縁部1 bのボス部により取り付けられる三角形平板である。図2は図1の平面図である。

【0020】図3は、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図1と同一符号

30 のものは同一のものを示す。1'は投影図における羽根、1 b'は投影図における羽根前縁部、1 c'は投影図における羽根後縁部、1 d'は投影図における羽根外周部である。図において、羽根厚とはほぼ同一でかつほぼ三角形した平板7'を、一辺7 b'がほぼボス部2の円筒面に沿い、他の一辺7 c'は羽根前縁部1 b'のボス部より密着させ、回転方向から羽根に一体になるように外押し、羽根形状を形成している。図4は、図3の三角形平板7'と羽根前縁部1 b'付近を任意半径Rの円筒面で切断したY-Y断面を、二次元平面に展開した拡大図である。図において、1は軸流送風機の羽根、7は羽根前縁部1 b'のボス部寄りに外押される三角形平板、7 c'はこの三角形平板7と羽根前縁部1 bとの接着面、7 a'は羽根前縁部1 b'に連続する三角形平板7の吸い込み側端部を示す。

【0021】このように形成することにより、高圧損時、図3のX-X断面を示す図5のように三角形平板7の羽根前縁部1 bにつながる一辺7 a'で圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦1'により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ1'が、この漩渦1'に誘導されながら外部へ送風され

(8)

特開平9-68199

13

る。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図101に示したような、高圧損時における羽根前縁部1り付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。図6は、従来の軸流送風機と上記の発明の一実施例による軸流送風機との流量係数 $\phi$ に対する圧力係数 $K_s$ の関係および比騒音 $K_s$  [ $dB(A)$ ]を実験的に求めた特性図である。

【0022】ここで、流量係数 $\phi$ 、圧力係数 $K_s$ 、比騒音 $K_s$ について説明する。流量係数 $\phi$ は、以下のように表す。無次元数である。

$$\phi = Q / (\pi D^2 \cdot (1 - \nu^2) \cdot N)$$

$Q$ :風量 [ $m^3/min$ ]

$D$ :羽根外周部半径 [ $m$ ]

$\nu$ :ボス比 (ボス部半径/羽根外周部半径)

$N$ :回転数 [ $r.p.m$ ]

また、圧力係数 $K_s$ は、羽根外周速 $U$ に相当する動圧と圧力上昇 $P$ の比の無次元数である。

$$\phi = 7200 P_s / (\rho (\pi D N)^2)$$

$P_s$ :静圧 [ $Pa$ ]

$D$ :羽根外周部半径 [ $m$ ]

$N$ :回転数 [ $r.p.m$ ]

$\rho$ :空気密度 [ $kg/m^3$ ]

一方、比騒音 $K_s$ は次式のように定義される。

$$K_s = SPL - 10 \log (Q \cdot P_s \cdot 2 \cdot 5)$$

$SPL$ :騒音特性 (SOUND PRESSURE LEVEL) [ $dB$ ]

(A)

$Q$ :風量 [ $m^3/min$ ]

$P_s$ :静圧 [ $mmHg$ ]

【0023】図中黒丸、黒四角は従来の軸流送風機の特性、最小比騒音を、×、□はこの発明の一実施例における軸流送風機の特性、最小比騒音を示す。この特性図からわかるように、従来に比べ、羽根が失速していない動作領域が低風量側まで延びかつ全体的に高静圧化が図れている。一方、比騒音 $K_s$ は最大で1 [ $dB(A)$ ]の低減が図れ低騒音である。

【0024】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から風が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、羽根前縁部に厚みが羽根厚とはほぼ同一の平板を一辺がほぼボス部内周に沿い、他の一辺は羽根前縁部のボス部寄りに密着させるように、回転方向から外掉するように羽根に一体に形成したものであるので、吸い込み口にホコリが堆積した時などの高圧損時、三角形平板の羽根前縁部につながる一辺で圧力面から負圧面への流れの回り込みにより発生する漩渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れが、この漩渦に誘導されながら外部へ送風されることにより、高圧損時における

14

羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

【0025】実施例2

以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図7はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えば3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送

風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印、1bは羽根前縁部、1dは羽根外周部、1cは羽根後縁部、7は羽根前縁部1bのボス部よりに取り付けられる三角形平板である。また図8は図7の平面図である。

【0026】図9は、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図8と同一符号のものは同一のものを示す。1'は投影図における羽根、1b'は投影図における羽根前縁部、1c'は投影図における羽根後縁部、1d'は投影図における羽根外周部である。

図において、回転軸を原点Oとし、上記O点と羽根前縁部1b'上の任意の点1b's'を結ぶ直線をX軸とした座標系において、直線O-1b's'を原点Oを中心に回転方向にβ回転させたときのボス部側面との交点1b'b'を前記点1b's'を追るように、羽根厚とはほぼ同一でかつほぼ三角形した平板7'を、一辺7b'がほぼボス部2'の内周に沿うようにし、他の一辺7c'は羽根前縁部1b'のボス部よりに密着させ、回転方向から羽根に一体になるように外押しし、接着材により接着または溶着することにより羽根形状を形成している。

【0027】図10は、図9の三角形平板7'と羽根前縁部1b'付近を任意半径Rの円筒面で切断したY-Y断面を、二次元平面に展開した拡大図である。図において、1'は軸流送風機の羽根、7'は羽根前縁部1b'のボス部寄りに外押される三角形平板、7c'はこの三角形平板7'と羽根前縁部1b'との接着面、7a'は羽根前縁部1b'と三角形平板吸い込み側端部を示す。図11は、三角形平板7'を羽根前縁部1b'に取り付け方法の一例を示したものである。14は三角形平板の挿入方向、15は3次元可動な取付治具、1は羽根、2はボス部、3は回転軸を示す。三角形平板7'の取付方法は、まず治具15を回転軸に挿入し、三角形平板7'を取り付ける羽根前縁部1b'の高さ、角度に合わせた後、三角形平板7'の羽根前縁部1b'に密着させる部分7c'凹部とボス部側面と密着させる部分7b'平面部に接着剤を塗り、治具15を挿入方向14のように移動させることにより取り付ける。

【0028】以上のように羽根形状を形成することにより、高圧損時、図9のX-X断面を示す図12のように三角形平板7'の羽根前縁部1b'につながる一辺7a'で圧

(9)

特開平9-68199

15

力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した縦渦10により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの縦渦10に誘導されながら外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図10-2に示したような、高圧循時ににおける羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。また、既存の軸流送風機を容易に改良できる。

【0029】ここで、前記三角形平板7の一頂点が通る羽根前縁部1b上の点1bsおよび前記直線O-1bsを原点O中心に回転させ、ボス部2の側面との交点1b'を求める時の回転角度βが、大きすぎたり、小さすぎると逆に羽根に乱れを与えてしまい、騒音悪化してしまう。従って、この羽根前縁部1b上の点1bsの位置および回転角度βの最適範囲が存在する。図13は回転角度β=一定の時例えは、約20°~30°の時、羽根前縁部1b上の点1bsの位置を羽根外周部半径Rtに対する点1bs'での半径Rsの比率によって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音Ksは、動作点によって変化するため、比騒音Ksが最小となる動作点での値を最小比騒音KsmiNとしてグラフ化している。ここで、比騒音Ksは次式のように定義される。

$$Ks = SPL - 10 \log (Q \cdot Ps / 2.5)$$

SPL: 騒音特性 (SOUND PRESSURE LEVEL) [dB (A)]

Q : 風量 [m³/min]

Ps : 静圧 [mmHg]

図に示すように、羽根前縁部1b上の点1bsの位置での半径Rsは、羽根外周部半径Rtの0.4~0.75倍の値の間にあるとき、最小比騒音KsmiNの値は小さく低騒音である。また、図中Rs/Rt=1.0(△記上)は平板を取り付けていない従来の軸流送風機の値を示すが、従来の値に比べ、最大1[dB(A)]低騒音になっていることが分かる。

【0030】図14は点1bsの位置を示す比率Rs/Rt=一定の時、例えば0.6~0.7の時、の図9における回転角度βによる騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音Ksは動作点によって変化するため比騒音Ksが最小となる動作点での値を最小比騒音KsmiNとしてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁部1b上の点1bsと原点Oを結んだ直線O-1bsを原点O中心にかん回転方向へ回転させるとときの回転角度βは、10°~40°の間にあるとき、最小比騒音KsmiNの値は小さく低騒音である。また、図中約-10°付近の値は、平板を取り付けていない従来の軸流送風機の値を示すが、従来の値に比べ、最大1[dB(A)]低騒音になっていることが分かる。

【0031】図15は1bsの位置の半径Rsと羽根外

(10)

周部半径Rtとの比率Rs/Rtと前記回転角度βの騒音特性への影響を実験的に検討し、比騒音Ksが最小になる動作点での値をグラフ化した結果を示す。図15より、0.4≤Rs/Rt≤0.75かつ10°≤β≤40°であれば、最小比騒音KsmiNは十分小さく、低騒音である。

【0032】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、羽根前縁部に厚みが羽根厚とほぼ同一で、かつほぼ三角形をした平板を一辺がボス部円周に沿い、かつ回転軸を原点Oとし上記O点と任意半径における羽根前縁部上の点1bs'を結ぶ直線をX軸とした座標系において、直線O-1bs'を原点Oを中心回転方向に角度β分回転させたときの半径Rtのボス部との交点を1b'を頂点とし、上記角度βを10°~40°とし、他の一边は羽根外周部半径Rtの40°~75°の5%の羽根前縁部上の点1bs'を通るような形状にし、羽根前縁部のボス部寄りに密着させ、回転方向から外伸するように羽根に一体に形成したものであるので、高圧循時、三角形平板7の羽根前縁部1bににつながる一边7aで圧力面から負圧面への流れの回り込みにより発生する縦渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの縦渦に誘導されながら外部へ送風されることにより、高圧循時ににおける羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れの11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

【0033】実施例3

以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図16はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えは3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印、1b'は羽根前縁部、1c'は羽根後縁部、1d'は羽根外周部である。図において、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図17と同一符号のものは同一のものを示す。1'は投影図における羽根、1b'は投影図における羽根前縁部、1c'は投影図における羽根後縁部、1d'は投影図における羽根外周部である。図において、回転軸を原点Oとし、上記O点と羽根前縁部1b'上の任意の点1bs'とを結ぶ直線をX軸とした座標系において、直線O-1bs'を原点Oを中心回転方向に角度β分回転させたときのボス部側面との交点1bb'と前記点1bs'を通る直線1bb'-1

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

992

993

994

995

996

997

998

999

1000

1001

1002

1003

1004

1005

1006

1007

1008

1009

1010

1011

1012

1013

1014

1015

1016

1017

1018

1019

1020

1021

1022

1023

1024

1025

1026

1027

1028

1029

1030

1031

1032

1033

1034

1035

1036

1037

1038

1039

1040

1041

1042

1043

1044

1045

1046

1047

1048

1049

1050

1051

1052

1053

1054

1055

1056

1057

1058

1059

1060

1061

1062

1063

1064

1065

1066

1067

1068

1069

1070

1071

1072

1073

1074

1075

1076

1077

1078

1079

1080

1081

1082

1083

1084

1085

1086

1087

1088

1089

1090

1091

1092

1093

1094

1095

1096

1097

1098

1099

1100

1101

1102

1103

1104

1105

1106

1107

1108

1109

1110

1111

1112

1113

1114

1115

1116

1117

1118

1119

1120

1121

1122

1123

1124

1125

1126

1127

1128

1129

1130

1131

1132

1133

(10)

特開平9-68199

17

$b_s'$  が羽根前縁部  $b_1$  となるように、羽根前縁部  $b_1$  のボス部 2 寄りの部分を軸流送風機の回転方向に延長したような羽根形状を形成している。

【0035】このように形成することにより、高圧損時、図18の羽根前縁部  $b_1$  の一部である  $b_s' - b_{1b}$  のX-X断面である図19において、前記  $b_s' - b_{1b}$  の圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの渦により誘導されながら外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図102に示したような、高圧損時における羽根前縁部  $b_1$  付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

【0036】また、実施例2のように別部品を取り付けることにより羽根形状を形成するのと違い、羽根を一体成形て製作することから、つなぎ目での凹部や接着剤による凸部による流れの乱れの発生を防げ、低騒音化を図ることができる。ここで、羽根前縁部  $b_1$  のボス部 2 よりの部分  $b_s' - b_{1b}$  を回転方向に延長する際の点  $b_s$  の位置および前記直線  $O - b_s$  を原点O中心に回転させ、ボス部 2 の側面との交点  $b_1$  を決定する時の回転角度  $\beta$  が、大きすぎたり、小さすぎると逆に羽根に乱れを与えてしまい、騒音悪化してしまう。従って、この羽根前縁部  $b_1$  上の点  $b_s$  の位置および回転角度  $\beta$  の最適範囲が存在する。図20は回転角度  $\beta$  = 一定の時の、羽根前縁部  $b_1$  上の点  $b_s$  の位置を羽根外周部半径  $R_t$  に対する点  $b_s$  の半径  $R_s$  の比率によって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音  $K_s$  は、動作点によって変化するため、比騒音  $K_s$  が最小となる動作点での値を最小比騒音  $K_{smi}$  としてグラフ化している。ここで、比騒音  $K_s$  は次式のように定義される。

$$K_s = SPL - 10 \log(Q \cdot P_s 2.5)$$

SPL : 騒音特性 (SOUND PRESSURE LEVEL) [dB (A)]

Q : 風量 [ $m^3/min$ ]

P\_s : 静圧 [ $mmHg$ ]

【0037】図に示すように、羽根前縁部  $b_1$  上の点  $b_s$  の位置での半径  $R_s$  は、羽根外周部半径  $R_t$  の0.4 ~ 0.75倍の値の間にあるとき、最小比騒音  $K_{smi}$  の値は小さく低騒音である。また、図中  $R_s/R_t = 0$  (Y軸上) は平板を取り付けていない従来の軸流送風機の値を示すが、従来の値に比べ、最大2 [dB(A)] 低騒音になっていることが分かる。

【0038】図21は点  $b_s$  の位置を示す比率  $R_s/R_t$  = 一定の時の、図18における回転角度  $\beta$  による騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音  $K_s$  は動作点によって変化するため比騒音  $K_s$  が最小となる動作点での値を最小比騒音  $K_{smi}$  として

(10)

18

グラフ化している。図に示すように、羽根前縁部  $b_1$  上の点  $b_s$  と原点Oを結んだ直線  $O - b_s$  を原点Oを中心回転方向へ回転させるとときの回転角度  $\beta$  は、10° ~ 40° の間にあるとき、最小比騒音  $K_{smi}$  の値は小さく低騒音である。また、図中約10°付近の値は、平板を取り付けていない従来の軸流送風機の値を示すが、従来の値に比べ、最大2 [dB(A)] 低騒音になっていることが分かる。

【0039】図22は  $b_s$  の位置の半径  $R_s$  と羽根外周部半径  $R_t$  との比率  $R_s/R_t$  と前記回転角度  $\beta$  の騒音特性への影響を実験的に検討し、比騒音  $K_s$  が最小になる動作点での値をグラフ化した結果を示す。図22より、 $0.4 \leq R_s/R_t \leq 0.75$ かつ  $10^\circ \leq \beta \leq 40^\circ$  であれば、最小比騒音  $K_{smi}$  は十分小さく、低騒音である。

【0040】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から風が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸Oと羽根前縁部上の羽根外周部半径の40 ~ 75%の半径である点  $b_s'$  とを結ぶ直線  $O - b_s'$  を原点Oを中心に回転方向に10 ~ 40°の間である角度分回転させ、この直線  $O - b_s'$  とボス部半径であるボス部側面との交点  $b_{1b}$  と前記  $b_s'$  を直線で結び、羽根前縁部のボス部寄りの部分を回転方向に延長させた羽根形状を形成したものであるので、高圧損時、羽根前縁部  $b_1$  の一部であるX-X断面において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの渦により誘導されながら外部へ送風されることにより、高圧損時における羽根前縁部  $b_1$  付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

【0041】実施例4

以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図23はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えば3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印、1'は羽根前縁部、1dは羽根外周部、1cは羽根後縁部である。

【0042】図24は、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図23と同一符号のものは同一のものを示す。1'I'は投影図における羽根、1b'I'は投影図における羽根前縁部、1c'I'は投影図における羽根後縁部、1'I'は投影図における羽根外周部である。また、添字II、IIIは他の羽根の同

(11)

特開平9-68199

19

一のものを示す。図において、回転軸を原点Oとし、上記O点と各羽根で異なる羽根外周部半径R<sub>1</sub>の40～75%の半径における羽根前縁部1b'上の点1b's'を結ぶ直線をX軸とした座標系において、直線O-1b's'を原点Oを中心に回転方向に角度β回転させたときのボス部側面との交点1b'b'と前記点1b's'を通る直線1b'b'-1b's'が羽根前縁部1b'となるよう。各羽根の羽根前縁部1b'のボス部2寄りの部分を軸流送風機の回転方向に延長したような羽根形状を形成している。このように形成することにより、高圧損時、図24の羽根前縁部1b'の一部である1b's'-1b'b'のA-A断面である図25において、前記1b's'-1b'b'の圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦10により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの漩渦10に誘導されながら外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図101に示したような、高圧損時における羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

【0043】また、各羽根の羽根前縁部1b'I'、1bII'、1bIII'のボス部より部分が異なるため、図26のように、従来図中実線で示した羽根枚数Zと回転数N[r.p.m]により決まる回転音およびこの発生周波数(NZ/60[Hz])の正数倍の音によるピーク音が破綻のようになくなり、特定周波数による音を低減できる。これにより、製品で問題になる異常音を回避できる。

【0044】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸Oと羽根前縁部上の羽根外周部半径の40～75%の半径である点1b's'を結ぶ直線O-1b's'を原点Oを中心に回転方向に10～40°の間である角度分回転させ、この直線O-1b's'とボス部半径であるボス部側面との交点1b'b'を、範囲で各羽根ごとに変えて羽根形状を形成したものであるので、高圧損時、羽根前縁部1b'の一部である1b's'-1b'b'の圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦10により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの漩渦10に誘導されながら外部へ送風されることにより、高圧損時における羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。また、各羽根の羽根前縁部のボス部より部分が異なるため、従来の軸流送風機における羽根枚数Zと回転数N[r.p.m]により決まる回転音およびこの発生周波数(NZ/60[Hz])の正数倍の音によるピーク音がなくなり、特定周波数による音を低減でき

20

る。これにより、製品で問題になる異常音を回避できる。

#### 【0045】実施例5

以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図27はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えば3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印、1bは羽根前縁部、1dは羽根外周部、1cは羽根後縁部である。図28は図27の正面図である。

【0046】図29は、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図28と同一符号のものは同一のものを示す。1'は投影図における羽根、1b'は投影図における羽根前縁部、1c'は投影図における羽根後縁部、1d'は投影図における羽根外周部である。投影図において、回転軸Oと羽根前縁部上の任意の点1b's'を結ぶ直線O-1b's'を原点

Oを中心に回転方向に回転させたときの、直線O-1b's'とボス部半径であるボス部側面との交点1b'b'と前記点1b's'における接線を回転方向に対し、凹となるような任意曲線で結び羽根前縁部とするように羽根形状を形成している。

【0047】このように形成することにより、高圧損時、図29のX-X断面を示す図30のように、羽根前縁部1bのボス部寄りの部分の羽根の圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦10により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの漩渦10に誘導されながら外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図102に示したような、高圧損時ににおける羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。図32は、従来の軸流送風機と上記第5の発明の一実施例による軸流送風機との流量係数ηに対する圧力係数ηの関係および比騒音K<sub>s</sub>[dB(A)]を実験的に求めた特性図である。図中黒丸、黒四角は従来の軸流送風機の特性、最小比騒音を、×、□はこの発明の一実施例における軸流送風機の特性、最小比騒音を示す。この特性図からわかるように、従来に比べ、動作領域が低風量側まで延びかつ全体的に高静圧化が図れている。一方、比騒音K<sub>s</sub>は最大で2.5[dB(A)]の低減が図れ低騒音である。

【0048】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸Oと羽根前縁部上の任意の点1b

30

32

40

50

(12)

特開平9-68199

21

$s'$  を結ぶ直線 $O - 1 b s'$  を原点 $O$ を中心回転方向に回転させたときの、直線 $O - 1 b s'$  とボス部半径であるボス部側面との交点 $1 b b'$  と前記点 $1 b s'$  における接線を回転方向に対し、凹となるような任意曲線で結び羽根前縁部とするように羽根形状を形成したものであるので、高圧損時、羽根前縁部のボス部寄りの部分の羽根の圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する漩渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れが、この漩渦に誘導されながら外部へ送風されることにより、高圧損時における羽根前縁部 $1 b$ 付近の吸い込み流れの剥離による羽根負圧面上の流れの乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

## 【0049】実施例6

以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図3-3はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えば3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印、1bは羽根前縁部、1dは羽根外周部、1cは羽根後縁部である。図3-4は図3-3の正面図である。

【0050】図3-5は、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図3-4と同一符号のものは同一のものを示す。1'は投影図における羽根、1b'は投影図における羽根前縁部、1c'は投影図における羽根後縁部、1d'は投影図における羽根外周部である。図において、回転軸を原点Oとし、上記O点と羽根前縁部1b'上の任意の点 $1 b s'$ とを結ぶ直線をX軸とした座標系において、直線 $O - 1 b s'$ を原点Oを中心回転方向に $\beta$ 回転させたときのボス部側面との交点 $1 b b'$ と前記点 $1 b s'$ における接線を回転方向に対し、凹となるような任意曲線で結び羽根前縁部 $1 b'$ とするように結んだ羽根形状を形成している。

【0051】このように形成することにより、高圧損時、図3-5の羽根前縁部 $1 b'$ の一部である $1 b s' - 1 b b'$ のX-X断面である図3-6における前記 $1 b s' - 1 b b'$ の圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦10により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの漩渦10に誘導されながら外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図1-2に示したような、高圧損時における羽根前縁部 $1 b$ 付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れの乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

【0052】ここで、羽根前縁部 $1 b$ のボス部2よりの部分 $1 b s' - 1 b b'$ を回転方向に延長する際の点 $1 b s'$ の位置および前記直線 $O - 1 b s'$ を原点Oを中心に回転させ、ボス部2の側面との交点 $1 b b'$ を決定する時の回転角度 $\beta$ が、大きすぎたり、小さすぎると逆に羽根に

22

乱れを与えてしまい、騒音悪化してしまう。従って、この羽根前縁部 $1 b$ 上の点 $1 b s'$ の位置および回転角度 $\beta$ の最適範囲が存在する。図3-7は回転角度 $\beta = \text{一定}$ の時の、羽根前縁部 $1 b$ 上の点 $1 b s'$ の位置を羽根外周部半径 $R_t$ に対する点 $1 b s'$ での半径 $R_s$ の比率によって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音 $K_s$ は、動作点によって変化するため、比騒音 $K_s$ が最小となる動作点での値を最小比騒音 $K_{smi:n}$ としてグラフ化している。ここで、比騒音 $K_s$ は次のように定義される。

$$K_s = SPL - 10 \log (Q \cdot P_s 2.5)$$

SPL : 騒音特性 (SOUND PRESSURE LEVEL) [dB]  
(A)

Q : 風量 [ $m^3/min$ ]

【0053】 $P_s$  : 静圧 [ $mmHg$ ]

図に示すように、羽根前縁部 $1 b$ 上の点 $1 b s'$ の位置での半径 $R_s$ は、羽根外周部半径 $R_t$ の0.4~0.75倍の値の間にあるとき、最小比騒音 $K_{smi:n}$ の値は小さく低騒音である。また、図中 $R_s/R_t = 0$  (Y軸上) は従来の軸流送風機の値を示す。この結果、従来の値に比べ、最大2 [dB(A)] 低騒音になっていることが分かる。図3-8は点 $1 b s'$ の位置を示す比率 $R_s/R_t = \text{一定}$ の時の、図3-5における回転角度 $\beta$ による騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音 $K_s$ は動作点によって変化するため比騒音 $K_s$ が最小となる動作点での値を最小比騒音 $K_{smi:n}$ としてグラフ化している。

【0054】図に示すように、羽根前縁部 $1 b$ 上の点 $1 b s'$ と原点Oを結んだ直線 $O - 1 b s'$ を原点Oを中心回転方向へ回転させるとときの回転角度 $\beta$ は、 $10^\circ \sim 40^\circ$ の間にあるとき、最小比騒音 $K_{smi:n}$ の値は小さく低騒音である。また、図中約 $-10^\circ$ 付近の値は、従来の軸流送風機の値を示すが、本発明による軸流送風機は従来に比べ、最大2 [dB(A)] 低騒音になっていることが分かる。図3-9は羽根前縁部上の点 $1 b s'$ の位置の半径 $R_s$ と羽根外周部半径 $R_t$ との比率 $R_s/R_t$ と前記回転角度 $\beta$ の騒音特性への影響を実験的に検討し、比騒音 $K_s$ が最小になる動作点での値をグラフ化した結果を示す。図3-9より、 $0.4 \leq R_s/R_t \leq 0.75$ かつ $10^\circ \leq \beta \leq 40^\circ$ であれば、最小比騒音 $K_{smi:n}$ は十分小さく、低騒音である。

【0055】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸Oと羽根前縁部上の羽根外周部半径の40~75%の半径である点 $1 b s'$ とを結ぶ直線 $O - 1 b s'$ を原点Oを中心に回転方向に $10^\circ \sim 40^\circ$ の間である角度分回転させ、この直線 $O - 1 b s'$ とボ

(13)

23

ス部半径であるボス部側面との交点 $1 b\acute{b}$ と前記 $1 b\acute{c}$ における接線を回転方向に対し、凹となるような任意曲線で結び羽根前縁部とするように羽根形状を形成したものであるので、高圧損時、羽根前縁部のボス部付近である $1 b\acute{c}$ - $1 b\acute{b}$ の圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する漩渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの漩渦に誘導されながら外部へ送風されることにより、高圧損時における羽根前縁部 $1\acute{b}$ 付近の吸い込み流れの剥離による羽根負圧面上の流れの乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

#### 【0056】実施例7

以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図40はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えば3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印。 $1\acute{b}$ は羽根前縁部、 $1\acute{d}$ は羽根外周部、 $1\acute{c}$ は羽根後縁部を示す。また、図41は図40の正面図を示す。図42は、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図41と同一符号のものは同一のものを示す。 $1\acute{b}$ は投影図における羽根、 $1b\acute{b}$ は投影図における羽根前縁部、 $1c\acute{b}$ は投影図における羽根後縁部、 $1d\acute{b}$ は投影図における羽根外周部である。図において、羽根外周部半径 $R_t$ の15~35%の大きさを半径とするR曲線で羽根前縁部とボス部との接続部を結び、羽根前縁部とするように羽根形状を形成している。

【0057】このように形成することにより、高圧損時、図42の羽根前縁部 $1b\acute{b}$ のA-A断面である図43において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦10により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの漩渦10に誘導されながら図44のように外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図102に示したような、高圧損時における羽根前縁部 $1b\acute{b}$ 付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができることである。

【0058】また、従来の軸流送風機では、台原などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、図98のように羽根前縁部 $1\acute{b}$ のボス部寄り付近とボス部2との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止していた。そのため、図98のB-B断面を展開した展開図である図103に示すように、板厚の厚い羽根前縁部 $1b\acute{b}$ で吸い込み流れ12が衝突し、負圧面上の吸い込み流れ11が乱れていた。本発明において、羽根前縁部 $1\acute{b}$ のボス部寄り付近とボス部2との接続部は大きなR曲線であるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚

特開平9-68199

24

くする必要がなくなる。しかし、羽根前縁部 $1b\acute{b}$ とボス部2との接続部のR曲線の半径 $RR$ が小さすぎたり、大きすぎたりすると逆に騒音悪化し、また強度不足になる。従って、このR曲線の半径 $RR$ の最適範囲が存在する。

【0059】図45は、R曲線の半径 $RR$ の大きさに対する羽根外周部半径 $R_t$ との比率( $=RR/R_t$ )によって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音 $K_s$ は、動作点によって変化するため、

- 10 比騒音 $K_s$ が最小となる動作点での値を最小比騒音 $K_{smi}$ としてグラフ化している。図45より、R曲線の半径 $RR$ が、羽根外周部半径 $R_t$ の10~35%の間の大きさであれば、最小比騒音 $K_{smi}$ は小さく従来に比べ、1【B(A)】低騒音である。また図46は、R曲線の半径 $RR$ の大きさに対する羽根外周部半径 $R_t$ との比率( $=RR/R_t$ )によって、羽根前縁部ボス部寄りの最大応力 $\sigma$ の値を実験的に求めたものである。図46より、R曲線の半径 $RR$ が羽根外周部半径 $R_t$ の15%以上であれば、十分強度があることがわかる。よって、
- 20 図45、図46よりR曲線の半径 $RR$ が、羽根外周部半径 $R_t$ の15~35%の間にあれば、低騒音で、かつ強度が十分である。

- 【0060】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根と有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、羽根前縁部とボス部の接続部分を、羽根外周部半径の15~35%の大きさを半径とするR曲線で結び、羽根前縁部とするように羽根形状を形成したものである。高圧損時、羽根前縁部 $1b\acute{b}$ のボス部寄り部分において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する漩渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの漩渦に誘導されながら外部へ送風され、高圧損時における羽根前縁部 $1\acute{b}$ 付近の吸い込み流れの剥離による羽根負圧面8上の流れの乱れを無くせ、低騒音化を図ることができ、かつ台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、羽根前縁部 $1\acute{b}$ のボス部寄り付近とボス部2との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根前縁部 $1\acute{b}$ のボス部寄り付近とボス部との接続部は大きなR曲線であるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

#### 【0061】実施例8

- 以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図47はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えば3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ
- 50

(14)

25

軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転轴、4は回転方向を示す矢印。1bは羽根前縁部、1dは羽根外周部、1cは羽根後縁部を示す。また、図4-8は図4-7の正面図を示す。

【0062】図4-9は、回転轴3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図4-8と同一符号のものは同一のものを示す。1'は投影図における羽根、1b'は投影図における羽根前縁部、1c'は投影図における羽根後縁部、1d'は投影図における羽根外周部である。図において、図中破線で示したベースの羽根1O'の羽根外周部半径Rtと羽根ボス部半径Rbの間である任意半径Rsをもつ羽根前縁部1bO'上の点1bs'（1bs'：羽根前縁ボス部延長開始点）。羽根の付け根であるボス部半径Rbの羽根前縁部1bO'上の点1baO'を原点Oを結んだ直線1baO'-Oを、原点Oを中心回転方向に角度δαb（δαb：羽根前縁ボス部前進延長角）分回転させた時の点1b'b'（1b'b'：羽根前縁ボス部延長終点）とする時、前記直線1baO'-Oを、0°～前記羽根前縁ボス部前進延長角δαbの間の任意角度δα分回転させ、羽根外周部方向に延長したときの半径Rtと半径Rsの間の任意半径Rcにおける点1bc'をすると、この時の任意回転角度δαの半径方向分布を

$$\delta\alpha = (\delta\alpha b / (Rb - Rs) 2) \times (R - Rs) 2$$

$$(Rb \leq R \leq Rs)$$

で与え、前記羽根と連続するように、ベースの羽根1O'の羽根前縁部1bO'を基準にして、半径Rsの羽根前縁ボス部延長開始点1bs'から前記点1bc'を通り、ボス部半径Rbの羽根前縁ボス部延長終点1b'b'の間の羽根前縁部1bO'を回転方向に前進延長させ、羽根形状を形成したものである。

【0063】図5-0は、図4-9における図中破線で示したベースの羽根1O'のボス部半径Rbでの弦弦律中心点PbO'を相対的な原点として、羽根面を形成したとき、ベースの羽根1O'をボス部半径Rbの円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図を示す。なお実験が本発明の羽根1を示す。図中、ベースの羽根のそり線5を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角であるそり角θ、円弧を形成する半径をRRとする。このようにベースの羽根1O'に対し、本発明での軸流送風機の羽根は、図4-9で示した直線1baO'-Oを原点Oを中心回転方向にδαb分回転させた時のボス部半径Rbにおける点1b'b'の図5-0の展開図における点1b'bまでを、同一円弧で回転方向に延長させたものである。

【0064】このように形成することにより、高圧損時、図4-9の半径RcにおけるX-X断面である図5-1において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦10により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの漩渦10に誘導さ

特開平9-68199

26

れながら図5-2のように外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図10-2に示したような、高圧損時における羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。また、従来の軸流送風機では、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、図9-8のように羽根前縁部1bのボス部寄り付近とボス部との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止していた。そのため、図9-8のB-B断面を展開した展開図である図10-3に示すように、板厚の厚い羽根前縁部1bで吸い込み流れ12が衝突し、負圧面上の吸い込み流れ11が乱れていた。本発明において、図3-7のように羽根1とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

【0065】しかし、前記直線1baO'-Oを原点Oを中心回転方向させる時の羽根ボス部前進延長角δαよりおよび羽根前縁ボス部延長開始点1bs'での半径Rsが大きすぎると図5-0に相当する図5-3のように吸い込み流れ12が羽根前縁部1b'bで衝突し、羽根面に乱れを発生させ騒音悪化し、小さすぎると効果がなくなり、かつ強度不足となる。従って、この角度δαよりおよび半径Rsの最適範囲が存在する。図5-4は、羽根前縁ボス部延長開始点1bs'における半径Rs=一定の時の羽根前縁ボス部前進延長角δαbの大きさによって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音Ksは、動作点によって変化するため、比騒音Ksが最小となる動作点での値を最小比騒音Ksmi:nとしてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁ボス部前進延長角δαbが20°～50°の間であれば、ベースの羽根である従来の軸流送風機に対し、最小比騒音Ksmi:nの値は小さく、最高2.5[dB(A)]低騒音である。

【0066】図5-5は、羽根前縁ボス部前進延長角δαb=一定の時の、図4-9における羽根前縁ボス部延長開始点1bs'における半径Rsと羽根外周部半径Rtの比率（=Rs/Rt）の大きさによって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音Ksは、動作点によって変化するため、比騒音Ksが最小となる動作点での値を最小比騒音Ksmi:nとしてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁ボス部延長開始点1bs'における半径Rsが羽根外周部半径Rtの40%～70%の間にあれば、最小比騒音Ksmi:nは低く、ベースの羽根である従来の軸流送風機に対し、最高2.5[dB(A)]低騒音である。図5-6は、羽根前縁ボス部延長開始点1bs'における半径Rsと羽根外周部半径Rtの比率（=Rs/Rt）と羽根前縁ボス部前進延長角δαbの騒音特性への影響を実験的に検討し、比騒音Ksが最小になる動作点での値をグラフ化したもので

(15)

特開平9-68199

27

ある。図より、 $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.7$ かつ $20^\circ \leq \delta\alpha \leq 50^\circ$ であれば、最小比騒音K<sub>s m</sub>・nは十分小さく、最高2.5 [dB(A)] 低騒音である。

【0067】図57は、羽根前縁ボス部延長開始点1b<sub>s</sub>における半径R<sub>s</sub>と羽根外周部半径R<sub>t</sub>の比率と羽根前縁ボス部前進延長角δα<sub>b</sub>の羽根への最大応力σへの影響を実験的に検討したものである。図中R<sub>b</sub>/R<sub>t</sub>での値を示す●はベースの羽根である軸流送風機の羽根前縁部ボス部より部分を局所的に板厚を厚くしなかった場合の最大応力である。図より、 $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.7$ かつ $20^\circ \leq \delta\alpha_b$ であれば、羽根の強度は十分である。従って、図56、57より $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.7$ かつ $20^\circ \leq \delta\alpha_b \leq 50^\circ$ であれば、低騒音でかつ強度が十分な羽根を得られる。

【0068】この発明に係る軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から肩が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸を原点Oとし、羽根の付け根の羽根前縁部上の点1b<sub>a</sub>O' と原点Oを結んだ直線1b<sub>a</sub>O' - Oを、原点Oを中心に回転方向に $20^\circ \sim 50^\circ$ の間である角度δα<sub>b</sub>分回転させた時のボス部半径R<sub>b</sub>の点1b<sub>b</sub>' と羽根外周部半径の40~70%の半径R<sub>s</sub>をもつ羽根前縁部上の点1b<sub>s</sub>' の間の形状を、前記羽根前縁部を基準として、前記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>である羽根前縁部上の点1b<sub>a</sub>' から前記角度δα<sub>b</sub>分回転方向に回転させたときのボス部半径R<sub>b</sub>の羽根前縁部上の点1b<sub>b</sub>' の間に存在するボス部半径R<sub>b</sub>～半径R<sub>s</sub>の間の半径R<sub>c</sub>の点1bC' と原点Oを結んだ直線1bC' - Oと直線1b<sub>a</sub>O' - Oとのなす角度を示すδαの半径方向分布を

$$\delta\alpha = (\delta\alpha_b / (R_b - R_s)) \times (R - R_s) 2 (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、前記羽根と連続するように、羽根前縁部上の点1b<sub>s</sub>' よりボス部寄り部分の羽根前縁部を回転方向に延長し、羽根形状を形成したものである。

【0069】この発明に係る軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から肩が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸を原点Oとし、羽根の付け根の羽根前縁部上の点1b<sub>a</sub>O' と原点Oを結んだ直線1b<sub>a</sub>O' - Oを、原点Oを中心に回転方向に $20^\circ \sim 50^\circ$ の間である角度δα<sub>b</sub>分回転させた時のボス部半径R<sub>b</sub>の点1b<sub>b</sub>' と羽根外周部半径の40~70%の半径R<sub>s</sub>をもつ羽根前縁部上の点1b<sub>s</sub>' の間の形状を、前記羽根前縁部を基準として、前記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>である羽根前縁部上の点1b<sub>a</sub>O' -

28

から前記角度δα<sub>b</sub>分回転方向に回転させたときのボス部半径R<sub>b</sub>の羽根前縁部上の点1b<sub>b</sub>' の間に存在するボス部半径R<sub>b</sub>～半径R<sub>s</sub>の間の半径R<sub>c</sub>の点1bC' と原点Oを結んだ直線1bC' - Oと直線1b<sub>a</sub>O' - Oとのなす角度を示すδαの半径方向分布を

$$\delta\alpha = (\delta\alpha_b / (R_b - R_s)) \times (R - R_s) 2 (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、前記羽根と連続するように、羽根前縁部上の点1b<sub>s</sub>' よりボス部寄り部分の羽根前縁部を回転方向に延長し、羽根形状を形成したものであるので、高圧損時、羽根前縁部のボス部寄り部分において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する漩渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの漩渦に誘導されながら外部へ送風され、高圧損時における羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができ、かつ、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、羽根前縁部のボス部寄り付近とボス部との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根1とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

【0070】この発明に係る軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から肩が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、羽根の付け根の羽根前縁部上の点1b<sub>a</sub>' と原点Oを結んだ直線1b<sub>a</sub>' - Oを、原点Oを中心に回転方向に $20^\circ \sim 50^\circ$ の間である角度δα<sub>b</sub>分回転させた時のボス部半径R<sub>b</sub>の点1b<sub>b</sub>' と羽根外周部半径の40~70%の半径R<sub>s</sub>をもつ羽根前縁部上の点1b<sub>s</sub>' の間の形状を、前記羽根前縁部を基準として、前記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>である羽根前縁部上の点1b<sub>a</sub>' から前記角度δα<sub>b</sub>分回転方向に回転させたときのボス部半径R<sub>b</sub>の羽根前縁部上の点1b<sub>b</sub>' の間に存在するボス部半径R<sub>b</sub>～半径R<sub>s</sub>の間の半径R<sub>c</sub>の点1bC' と原点Oを結んだ直線1bC' - Oと直線1b<sub>a</sub>' - Oとのなす角度を示すδαの半径方向分布を

$$\delta\alpha = (\delta\alpha_b / (R_b - R_s)) \times (R - R_s) 2 (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、前記羽根と連続するように、羽根前縁部上の点1b<sub>s</sub>' よりボス部寄り部分の羽根前縁部を回転方向に延長し、羽根形状を形成したものであるので、高圧損時、羽根前縁部のボス部寄り部分において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する漩渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの漩渦に誘導されながら外部へ送風され、高圧損時における羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができ、かつ、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、羽根前縁部のボス部寄り付近とボス部との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根1とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

50 羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根1とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

(15)

特開平9-68199

29

羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができ。かつ、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、羽根前縁部のボス部寄り付近とボス部との後続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根1とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

## 【0071】実施例9

以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図58はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えば3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す。

【0072】また、図59は図58の正面図を示す。この図におけるしき翼弦長であり、羽根間の円周方向距離(ピッチ)Tを示す。また、Lsは、羽根外周部半径Rtの40～60%の半径Rsである羽根前縁部1b上の点1bsを通る翼弦の長さを示す。図60は、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図59と同一符号のものは同一のものを示す。

1'は投影図における羽根、1b'は投影図における羽根前縁部、1c'は投影図における羽根後縁部、1d'は投影図における羽根外周部である。図中破線で示したベースの羽根1O'の羽根外周部半径Rtと羽根ボス部半径Rbの間である任意半径Rsをもつ羽根前縁部1bO'上の点1bs' (1bs':羽根前縁ボス部延長開始点)、羽根の付け根であるボス部半径Rbの羽根前縁部1bO'上の点1baO' (原点Oを結んだ直線1baO'-Oを、原点Oを中心に回転方向に角度 $\alpha$ b (αb:羽根前縁ボス部前進延長角)分回転させた時の点1b1b' (1b1b':羽根前縁ボス部延長終点)とするとき、前記羽根前縁ボス部延長開始点における半径Rsから羽根前縁ボス部延長終点1b1b'における半径Rbまでの羽根の翼弦長を回転方向に延長した形状である。また、半径Rs～ボス部半径Rbの間の任意半径Rである上記延長後の羽根前縁部1b'上の点を1bR'とする。

【0073】図61は、図60における図中破線で示したベースの羽根1O'のボス部半径Rbでの弧1baO' - 1c1b'の中点である翼弦線中心点PbO'を相対的な原点として、羽根面を形成したとき、ベースの羽根1O'をボス部半径Rbの円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図を示す。なお実線が本発明の羽根1を示す。図中、ベースの羽根のそり線5を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角であるそり角θ、円弧を形成する半径をRθOとする。

30

図中ベースの羽根1Oに対し、羽根1は、前記羽根1Oとそり角θ、食い違い角δが同一のまま、ボス部半径Rbでの翼弦を、図60で示した羽根前縁ボス部延長終点1b1b'まで回転方向に延長し、本図における前記羽根1Oのボス部半径Rbにおける翼弦長し1bOと点1b1b'～羽根後縁部1C1bまでの翼弦長し1b。この差を△Lb (=sh-LbO)とし、羽根ボス部延長開始点1bsにおける半径Rsでの翼弦長Lsとすると、ボス部半径Rbから前記半径Rsまでの翼弦長しの半径方向分布を

$$L = \Delta L / (R_s - R_b) 2 \times (R - R_s) 2 + L_s \\ (R_b \leq R_s)$$

で与え、羽根形状を形成したものである。

【0074】このように形成することにより、図61のようにベースの羽根1Oに比べ翼弦長が長くなり、羽根面上での圧力上昇が稼げるとともに、高圧損時、図60のX-X断面である図62において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦10により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ12がこの漩渦10に誘導されながら図63のように外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図101に示したような、高圧損時における羽根前縁部1b付近の吸い込み流れ12の剥離による羽根負圧面8上の流れ11の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。

【0075】また、従来の軸流送風機では、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、図97のように羽根前縁部1bのボス部寄り付近とボス部2との後続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止していた。そのため、図97のB-B断面を展開した展開図である図102に示すように、板厚の厚い羽根前縁部1bで吸い込み流れ12が衝突し、負圧面上の吸い込み流れ11が乱れていた。本発明において、図61のように羽根1とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

【0076】しかし、前記直線1baO'-Oを原点Oを中心に回転方向させる時の羽根ボス部前進延長角αbつまり、ボス部半径Rbにおける翼弦長し1bが大きすぎると図61に相当する図64において、羽根後縁部1C1b付近で、羽根負圧面8上の流れ11や漩渦10が羽根負圧面8から剥離を起こしたり、図65に示す軸流送風機全周をボス部半径Rbの円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる全周展開図に示すように、羽根1の負圧面8を剥離した負圧面上の流れ11と漩渦10が次に旋回してくる羽根1Nの圧力面9Nの流れ13に乱れを与える、騒音悪化が起こり、また、羽根前縁ボス部延長開始点1bs'での半径Rsが小さすぎると効果がなくなり、かつ強度不足となる。

【0077】従って、この角度 $\alpha$ bおよび半径Rsの

(17)

特開平9-68199

31

最高騒音が存在する。図66は、ベースになる従来の軸流送風機と上記第9の発明の一実施例による軸流送風機との流置係数 $\alpha$ に対する圧力係数 $\beta$ の関係および比騒音 $K_s$  [dB(A)]を実験的に求めた特性図である。図中黒丸、黒四角は従来の軸流送風機の特性、最小比騒音を、×、□は第9の発明の一実施例における軸流送風機の特性、最小比騒音を示す。この特性図からわかるように、従来に比べ、動作領域が低風量側まで延びかつ全体的に高静圧化が図られている。一方、比騒音 $K_s$ は最大で3 [dB(A)]の低減が図れ低騒音である。

【0078】図67は、羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b_s$ における半径 $R_s = \text{一定}$ の時の羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ の大きさによって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音 $K_s$ は、動作点によって変化するため、比騒音 $K_s$ が最小となる動作点での値を最小比騒音 $K_{smi n}$ としてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ が $20 \sim 50^\circ$ の間であれば、ベースの羽根である従来の軸流送風機に対し、最小比騒音 $K_{smi n}$ の値は小さく、最高3.0 [dB(A)]低騒音である。

【0079】図68は、羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b = \text{一定}$ の時の、図60における羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b_s$ における半径 $R_s$ と羽根外周部半径 $R_t$ の比率( $= R_s / R_t$ )の大きさによって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音 $K_s$ は、動作点によって変化するため、比騒音 $K_s$ が最小となる動作点での値を最小比騒音 $K_{smi n}$ としてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b_s$ における半径 $R_s$ が羽根外周部半径 $R_t$ の40~60%の間にあれば、最小比騒音 $K_{smi n}$ は低く、ベースの羽根である従来の軸流送風機に対し、最高3.0 [dB(A)]低騒音である。図69は、羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b_s$ における半径 $R_s$ と羽根外周部半径 $R_t$ の比率( $= R_s / R_t$ )と羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ の騒音特性への影響を実験的に検討し、比騒音 $K_s$ が最小になる動作点での値をグラフ化したものである。

【0080】図より、 $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.6$ かつ $20^\circ \leq \delta \alpha b \leq 50^\circ$ であれば、最小比騒音 $K_{smi n}$ は十分小さく低騒音である。図70は、羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b_s$ における半径 $R_s$ と羽根外周部半径 $R_t$ の比率と羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ の羽根への最大応力 $\sigma$ への影響を実験的に検討したものである。図中 $R_s / R_t$ での値を示す●はベースの羽根である軸流送風機の羽根前縁部ボス部より部分を局所的に板厚を厚くしなかった場合の最大応力である。図より、 $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.6$ かつ $20^\circ \leq \delta \alpha b \leq 50^\circ$ であれば、羽根の強度は十分である。従って、図69、70より $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.6$ かつ $20^\circ \leq \delta \alpha b \leq 50^\circ$ であれば、低騒音かつ強度が十分な羽根を得られる。

32

【0081】この発明に係る軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸を原点Oとし、ベースの羽根 $1 O'$ のボス部半径 $R_b$ における羽根前縁部上の点 $1 b_a O'$ と原点Oを結んだ直線 $1 b_a O' - O$ を、原点Oを中心回転方向に $20 \sim 50^\circ$ の間である角度 $\delta \alpha b$ 分回転させた時の点を羽根前縁ボス部延長終点 $1 b_b$ としたとき、羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、前記羽根 $1 O'$ とそり角 $\delta$ 、食い違い角 $\gamma$ が同一のまま、ボス部半径R $b$ での翼弦を、前記点 $1 b_b$ まで延長し、このときの前記羽根 $1 O'$ のボス部半径R $b$ における翼弦長 $1 b_O$ と前記点 $1 b_b$ ～羽根後縁部 $1 C$ までの翼弦長 $1 b$ 、この差を $\Delta L_b$ とし、羽根外周部半径の40~60%の半径 $R_s$ での羽根前縁部上の点 $1 b_s$ での翼弦長 $L_S$ とすると、ボス部半径R $b$ から前記羽根前縁部上の点 $1 b_s$ までの翼弦長 $L_S$ の半径方向分布を

$$L = \Delta L_b / (R_s - R_b) 2 \times (R - R_s) + L_S \quad (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、羽根形状を形成したものである。

【0082】この発明に係る軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、回転軸を原点Oとし、ベースの羽根 $1 O'$ のボス部半径 $R_b$ における羽根前縁部上の点 $1 b_a O'$ と原点Oを結んだ直線 $1 b_a O' - O$ を、原点Oを中心回転方向に $20 \sim 50^\circ$ の間である角度 $\delta \alpha b$ 分回転させた時の点を羽根前縁ボス部延長終点 $1 b_b$ としたとき、羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、前記羽根 $1 O'$ とそり角 $\delta$ 、食い違い角 $\gamma$ が同一のまま、ボス部半径R $b$ での翼弦を、前記点 $1 b_b$ まで延長し、このときの前記羽根 $1 O'$ のボス部半径R $b$ における翼弦長 $1 b_O$ と前記点 $1 b_b$ ～羽根後縁部 $1 C$ までの翼弦長 $1 b$ 、この差を $\Delta L_b$ とし、羽根外周部半径の40~60%の半径 $R_s$ での羽根前縁部上の点 $1 b_s$ での翼弦長 $L_S$ とすると、ボス部半径R $b$ から前記羽根前縁部上の点 $1 b_s$ までの翼弦長 $L_S$ の半径方向分布を

$$L = \Delta L_b / (R_s - R_b) 2 \times (R - R_s) + L_S \quad (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、羽根形状を形成したものであるので、ベースの羽根 $1 O'$ に比べ翼弦長が長くなり、羽根面上での圧力上昇が緩げるとともに、高圧損時、羽根前縁部のボス部寄

(18)

33

り部分において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する縦渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの縦渦に誘導されながら外部へ送風され、高圧損時における羽根前縁部付近の吸い込み流れの剥離による羽根負圧面上の流れの乱れを無くせ、低騒音化を図ることができ、かつ、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、羽根前縁部のボス部寄り付近とボス部との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

【0083】この発明に係る軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、および上記ボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、ベースの羽根1O'のボス部半径Rbにおける羽根前縁部上の点1b a O' と原点Oを結んだ直線1b a O' - Oを、原点Oを中心回転方向に20°～50°の間である角度より分回転させた時の点を羽根前縁ボス部延長終点1b b'としたとき、羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、前記羽根1Oとそり角θ、食い違い角φが同一のまま、ボス部半径Rbでの翼弦を、前記点1b b'まで延長し、このときの前記羽根1Oのボス部半径Rbにおける翼弦長しりOと前記点1b b'～羽根後縁部1C bまでの翼弦長しりb'、この差を△Lbとし、羽根外周部半径の40%～60%の半径Rsでの羽根前縁部上の点1b sでの翼弦長しりsとすると、ボス部半径Rbから前記羽根前縁部上の点1b sまでの翼弦長しりの半径方向分布を

$$L = \Delta L b / (R_s - R_b) 2 \times (R - R_s) 2 + L_s (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、羽根形状を形成したものであるので、ベースの羽根1Oに比べ翼弦長が長くなり、羽根面上での圧力上昇が稼げるとともに、高圧損時、羽根前縁部のボス部寄り部分において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する縦渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの縦渦に誘導されながら外部へ送風され、高圧損時における羽根前縁部付近の吸い込み流れの剥離による羽根負圧面上の流れの乱れを無くせ、低騒音化を図ることができ、かつ、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、羽根前縁部のボス部寄り付近とボス部との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

(特開平9-68199)

34

要がなくなる。

## 【0084】実施例10

以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図71はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えは3枚羽根形状のものであり、動作については、主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印、1bは羽根前縁部、1dは羽根外周部、1cは羽根後縁部を示す。図72は、図71における正面図である。図中しは翼弦長であり、羽根間の円周方向距離（ピッチ）であるTとの比で定義される節弦比T/Lの値を各半径点において、T/L = 1.1～2.0としている。図73は、回転軸3と直交する平面に羽根1を投影した投影図である。図において、図72と同一符号のものは同一のものを示す。1'は投影図における羽根、1b'は投影図における羽根前縁部、1c'は投影図における羽根後縁部、1d'は投影図における羽根外周部である。また、図中破線は、本発明による軸流送風機の羽根1'を形成する際のベースになる羽根1O'で、1b O'はベースになる羽根の羽根前縁部、1d O'はベースになる羽根の羽根外周部、1c O'はベースになる羽根の羽根後縁部を示す。

【0085】また回転軸3から任意半径Rの円筒面でベースの羽根1O'を切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図における円弧1b R O' - PR O' - 1c R O'は、羽根断面形状となる。ここで、PR O'は弧1b R O' - 1c R O'の中点であり、回転軸3と直交する平面に羽根1O'を投影した投影図における翼弦線中心点となる。この投影図におけるPR O'の位置を明確化するために、ボス部半径Rbの円筒面で羽根1O'を切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図におけるボス部翼弦線中心点Pb O'とし、回転軸3の投影図における位置O'を結ぶ直線Pb O' - O'をX軸として、O'を原点とした座標系を投影図に形成する。またPt O'は羽根外周部半径Rtにおける羽根外周部1d O'での翼弦線中心点とする。上記座標系において、直線PR O' - O'とX軸のなす角度をφθ（φθ：回転方向前進角）とし、羽根外周部での翼弦線中心点Pt O' と原点O'を結んだ直線Pt O' - O' とX軸のなす角度をφθtとし、φθ = φθt × (R - Rb) / (Rt - Rb) で与え、φθt = 25°～40°としている。

【0086】本発明による軸流送風機は、この前記図中は破線で示したベースの羽根1O'の羽根外周部半径Rtと羽根ボス部半径Rbの間である任意半径Rsをもつ羽根前縁部1b O'上の点1b s'（1b s'：羽根前縁ボス部延長開始点）、羽根の付け根であるボス部半径Rbの羽根前縁部1b O'上の点1b a O' と原点O'を

(19)

35

結んだ直線 $1 b a O' - O$ を、原点Oを中心回転方向に角度 $\delta \alpha b$ （ $\delta \alpha b$ ：羽根前縁ボス部前進延長角）分回転させた時の点 $1 b b'$ （ $1 b b'$ ：羽根前縁ボス部延長終点）とする時、前記直線 $1 b a O' - O$ を、 $O'$ ～前記羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ の間の任意角度 $\delta \alpha$ 分回転させ、羽根外周部方向に延長したときの半径 $R_b$ と半径 $R_s$ の間の任意半径 $R_c$ における点 $1 b c'$ とすると、この時の任意回転角度 $\delta \alpha$ の半径方向分布を $\delta \alpha = (\delta \alpha b / (R_b - R_s) 2) \times (R - R_s) 2$  ( $R_b \leq R \leq R_s$ )

て与え、前記羽根と連続するように、ベースの羽根 $1 O'$ の羽根前縁部 $1 b O'$ を基準にして、半径 $R_s$ の羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b s'$ から前記点 $1 b c'$ を通り、ボス部半径 $R_b$ の羽根前縁ボス部延長終点 $1 b$ り'の間の羽根前縁部 $1 b O'$ を回転方向に前進延長させ、羽根形状を形成したものである。

【0087】図74は、図73における図中破線で示したベースの羽根 $1 O'$ のボス部半径 $R_b$ での翼弦中心点 $P_b O'$ を相対的な原点として、羽根面を形成したとき、ベースの羽根 $1 O'$ をボス部半径 $R_b$ の円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図を示す。なお実線が本発明の羽根 $1$ を示す。図中、ベースの羽根のそり線 $5$ を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角であるそり角 $\theta$ 、円弧を形成する半径を $R_R$ とする。このとき、そり角 $\theta$ の半径方向分布を $\theta = (\theta_t - \theta_b) \times (R - R_b) / (R_t - R_b) + \theta_b$  ( $\theta_t$ ：羽根外周部でのそり角、 $\theta_b$ ：羽根ボス部でのそり角)

とし、 $\theta_t = 25 \sim 35^\circ$ 、 $\theta_b = 30 \sim 55^\circ$ 、 $\theta_t < \theta_b$ としている。また、羽根の取付位置は、その翼弦線 $1 b a O - 1 C O$ と、回転軸 $3$ と平行でベースの羽根 $1 O'$ の羽根前縁部 $1 b a O'$ を通る直線 $6$ とのなす角度を食い違い角 $\delta t$ とし、 $\delta t$ に半径方向の分布をもたらすことにより決定する。すなわち $\delta t$ の半径方向分布を $\delta t = (\delta t - \delta b) \times (R - R_b) / (R_t - R_b) + \delta b$  ( $\delta t$ ：羽根外周部での食い違い角、 $\delta b$ ：羽根ボス部での食い違い角)

とし、 $\delta t = 55 \sim 70^\circ$ 、 $\delta b = 40 \sim 65^\circ$ 、 $\delta t > \delta b$ としている。このようなベースの羽根 $1 O'$ に対し、本発明での軸流送風機の羽根は、図73で示した直線 $1 b a O' - O$ を原点Oを中心に回転方向に $\delta \alpha b$ 回転させた時のボス部半径 $R_b$ における点 $1 b b'$ の図74の展開図における点 $1 b b'$ までを、同一円弧で回転方向に延長させたものである。

【0088】このように形成することにより、高圧損時、図73の半径 $R_c$ におけるX-X断面である図75において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する漩渦 $10$ により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ $12$ がこの漩渦 $10$ に誘導されながら図76のように外部へ送風される。これにより、従来の

特開平9-68199

36

軸流送風機における問題点として、図102に示したような、高圧損時における羽根前縁部 $1 b$ 付近の吸い込み流れ $12$ の剥離による羽根負圧面8上の流れ $11$ の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。また、従来の軸流送風機では、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、図98のように羽根前縁部 $1 b$ のボス部寄り付近とボス部 $2$ との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止していた。そのため、図98

10のB-B断面を開いた展開図である図103に示すように、板厚の厚い羽根前縁部 $1 b$ で吸い込み流れ $12$ が衝突し、負圧面上の吸い込み流れ $11$ が乱れていた。本発明において、図73のように羽根 $1$ とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

【0089】しかし、前記直線 $1 b a O' - O$ を原点Oを中心回転させる時の羽根ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ および羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b s'$ での半径 $R_s$ が大きすぎると図74に相当する図77のように吸い込み流れ $12$ が羽根前縁部 $1 b b'$ で衝突し、羽根面に乱れを発生させ騒音悪化し、小さすぎると効果がなくなり、かつ強度不足となる。従って、この角度 $\delta \alpha b$ および半径 $R_s$ の最適範囲が存在する。図78は、羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b s'$ における半径 $R_s =$ 一定の時の羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ の大きさによって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音 $K_s$ は、動作点によって変化するため、比騒音 $K_s$ が最小となる動作点での値を最小比騒音 $K_{s min}$ としてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ が $20 \sim 50^\circ$ の間であれば、ベースの羽根である従来の軸流送風機に対し、最小比騒音 $K_{s min}$ の値は小さく、最高2.5 [dB(A)] 低騒音である。

【0090】図79は、羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b =$ 一定の時の、図73における羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b s'$ における半径 $R_s$ と羽根外周部半径 $R_t$ の比率 $(= R_s / R_t)$ の大きさによって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音 $K_s$ は、動作点によって変化するため、比騒音 $K_s$ が最小となる動作点での値を最小比騒音 $K_{s min}$ としてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b s'$ における半径 $R_s$ が羽根外周部半径 $R_t$ の40～70%の間にあれば、最小比騒音 $K_{s min}$ は低く、ベースの羽根である従来の軸流送風機に対し、最高2.5 [dB(A)] 低騒音である。図80は、羽根前縁ボス部延長開始点 $1 b s'$ における半径 $R_s$ と羽根外周部半径 $R_t$ の比率 $(= R_s / R_t)$ と羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta \alpha b$ の騒音特性への影響を実験的に検討し、比騒音 $K_s$ が最小になる動作点での値をグラフ化したもので

(20)

特開平9-68199

37

ある。図より、 $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.7$ かつ $20^\circ \leq \delta\alpha_i \leq 50^\circ$ であれば、最小比騒音K<sub>s m</sub>は十分小さく、最高2.5 [dB(A)] 低騒音である。図81は、羽根前縁ボス部延長開始点1 b sにおける半径R<sub>s</sub>と羽根外周部半径R<sub>t</sub>の比率と羽根前縁ボス部前進延長角δα<sub>i</sub>の羽根への最大応力σへの影響を実験的に検討したものである。図中R<sub>b</sub>/R<sub>t</sub>での値を示す●はベースの羽根である軸流送風機の羽根前縁部ボス部より部分を局所的に板厚を厚くしなかった場合の最大応力である。図より、 $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.7$ かつ $20^\circ \leq \delta\alpha_i \leq 50^\circ$ であれば、羽根の強度は十分である。従って、図80、81より $0.4 \leq R_s / R_t \leq 0.7$ かつ $20^\circ \leq \delta\alpha_i \leq 50^\circ$ であれば、低騒音かつ強度が十分な羽根を得られる。

【0091】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から団が構成される羽根とを有する軸流送風機の羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる扇開図において、その羽根断面におけるそり線の形状を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角をθ(θ:そり角)とした場合、θの半径方向分布をθ = (θ<sub>t</sub> - θ<sub>b</sub>) × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>) + θ<sub>b</sub>(θ<sub>t</sub>:羽根外周部でのそり角、θ<sub>b</sub>:羽根ボス部半径R<sub>b</sub>におけるそり角)で与え、θ<sub>t</sub> = 25°~35°、θ<sub>b</sub> = 30°~55°、θ<sub>t</sub> < θ<sub>b</sub>とし、上記扇開図において、羽根の翼弦長と上記回転軸と平行で上記羽根の前縁部を通る直線とのなす角度をδ(δ:食い違い角)とするととき、δの半径方向分布を、δ = (δ<sub>t</sub> - δ<sub>b</sub>) × (R - R<sub>b</sub>) / (R<sub>t</sub> - R<sub>b</sub>) + δ<sub>b</sub>(δ<sub>t</sub>:羽根外周部での食い違い角δ、δ<sub>b</sub>:ボス部半径R<sub>b</sub>における食い違い角)で与え、δ<sub>t</sub> = 55°~70°、δ<sub>b</sub> = 40°~65°、δ<sub>t</sub> > δ<sub>b</sub>とし、さらに、この図におけるしは翼弦長であり、図5において示した羽根間の円周方向距離(ピッチ)であるTとの比で定義される節弦比T/Lの値を、各半径点においてT/L = 1.1~2.0とし、かつ上記回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、上記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>の円筒面で切断したときの断面における翼弦線中心点をP<sub>b</sub>とし、上記回転軸を原点Oとして、上記O点とP<sub>b</sub>点とを結ぶ直線をX軸とした座標系で、上記羽根を任意半径Rの円筒面で切断した時の翼弦線中心点をP<sub>R</sub>として、直線P<sub>R</sub>-Oと上記X軸とのなす角度をδθ(δθ:回転方向前進角)とした場合、δθの半径方向分布を

$$\delta\theta = \delta\theta_t \times (R - R_b) / (R_t - R_b) \quad (R_t:羽根外周部半径、R_b:羽根ボス部半径、\delta\theta_t:直線P<sub>R</sub>-OとX軸のなす角度) \text{ で与え、} \delta\theta_t \text{ を } 25 \sim 40^\circ \text{ とし、まず羽根形状を形成し、この時の羽根の付け根の羽根前縁部上の点1 b a O' と原点Oを結んだ直線1 b a O' - O を、原点Oを中心に回転方向$$

38

に20°~50°の間である角度δα<sub>b</sub>分回転させた時のボス部半径R<sub>b</sub>の点1 b b' と羽根外周部半径の40~70%の半径R<sub>s</sub>をもつ羽根前縁部上の点1 b s' の間の形状を、前記羽根前縁部を基準として、前記羽根のボス部半径R<sub>b</sub>である羽根前縁部上の点1 b a O' から前記角度δα<sub>b</sub>分回転方向に回転させたときのボス部半径R<sub>b</sub>の羽根前縁部上の点1 b b' の間に存在するボス部半径R<sub>b</sub>~半径R<sub>s</sub>の間の半径R<sub>c</sub>の点1 b c' と原点Oを結んだ直線1 b c' - Oと直線1 b a O' - Oとのなす角度を示すδαの半径方向分布を

$$\delta\alpha = (\delta\alpha_b / (R_b - R_s)) \times (R - R_s) / (R_b - R_s)$$

で与え、前記羽根と連続するように、羽根前縁部上の点1 b s' よりボス部寄り部分の羽根前縁部を回転方向に延長し、羽根形状を形成したものであるので、高圧損時、羽根前縁部のボス部寄り部分において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの渦に誘導されながら外部へ送風され、高圧損時における羽根前縁部1 b付近の吸い込み流れ1 2の剥離による羽根負圧面8上の流れ1 1の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができ、かつ、台原などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、羽根前縁部のボス部寄り付近とボス部との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根1とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したのであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

【0092】実施例1

30 以下、他の一実施例を図に基づいて説明する。図82はこの発明における軸流送風機の一実施例を示す斜視図で、例えば3枚羽根形状のものであり、動作について主に1枚の羽根1について述べるが、他の羽根についても同様である。図において、1は3次元形状を持つ軸流送風機の羽根、2はこの羽根を取り付けるボス部、3は羽根1の回転軸、4は回転方向を示す矢印、1'は羽根前縁部、1 d'は羽根外周部、1 c'は羽根後縁部を示す。図83は、図82の平面図である。図中しは翼弦長であり、羽根間の円周方向距離(ピッチ)であるTとの比で定義される節弦比T/Lの値を各半径点において、T/L = 1.1~2.0としている。

【0093】図84は、回転軸3と直交する平面に羽根1、この羽根1のベースになる羽根1 O' を投影した投影図である。図において、図83と同一符号のものは同一のものを示す。1'は投影図における羽根、1 b'は投影図における羽根前縁部、1 c'は投影図における羽根後縁部、1 d'は投影図における羽根外周部である。また、図中駆動は、本発明による軸流送風機の羽根1'を形成する際のベースになる羽根1 O' で、1 b' O' はベースになる羽根の羽根前縁部、1 d' O' はベー

(21)

39

スになる羽根の羽根外周部、 $1CO'$  はベースになる羽根の羽根後縁部を示す。また回転部3から任意半径Rの円筒面でベースの羽根 $1O'$  を切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図における円弧 $1bR$   $O' - PRO' - 1cRO'$  は、羽根断面形状となる。ここで、 $PRO'$  は弧 $1bR$   $O' - 1cRO'$  の中点であり、回転部3と直交する平面に羽根 $1O'$  を投影した投影図における翼弦線中心点となる。この投影図における $PRO'$  の位置を明確化するために、ボス部半径 $R_b$  の円筒面で羽根 $1O'$  を切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図におけるボス部翼弦線中心点 $PbO'$  とし、回転部3の投影図における位置〇とを結ぶ直線 $PbO' - O$  をX軸として、〇を原点とした座標系を投影図に形成する。また $PtO'$  は羽根外周部半径 $R_t$  における羽根外周部 $1dO'$  での翼弦線中心点とする。上記座標系において、直線 $PRO' - O$  とX軸のなす角度を $\delta\theta$  ( $\delta\theta$  : 回転方向前進角) とし、羽根外周部での翼弦線中心点 $PtO'$  と原点〇を結んだ直線 $PtO' - O$  とX軸のなす角度を $\delta\theta_t$  とし、

$$\delta\theta = \delta\theta_t \times (R - R_b) / (R_t - R_b) \text{ で与え, } \delta\theta_t = 25^{\circ} \sim 40^{\circ}$$

としている。本発明による軸流送風機は、図中破線で示したベースの羽根 $1O'$  の羽根外周部半径 $R_t$  と羽根ボス部半径 $R_b$  の間である任意半径 $R_s$  をもつ羽根前縁部 $1bO'$  上の点 $1b's$  ( $1b's$  : 羽根前縁ボス部延長開始点)、羽根の付け根であるボス部半径 $R_b$  の羽根前縁部 $1bO'$  上の点 $1baO'$  と原点〇を結んだ直線 $1baO' - O$  を、原点〇を中心回転方向に角度 $\delta\alpha_b$  ( $\delta\alpha_b$  : 羽根前縁ボス部前進延長角) 分回転させた時の点 $1b'b'$  ( $1b'b'$  : 羽根前縁ボス部延長終点) とすると、前記羽根前縁ボス部延長開始点における半径 $R_s$  から羽根前縁ボス部延長終点 $1b'b'$  における半径 $R_b$  までの羽根の翼弦長を回転方向に延長した形状である。次の図で詳細に述べる。

【0094】図85は、図84における図中破線で示したベースの羽根 $1O'$  のボス部半径 $R_b$  での翼弦線中心点 $PbO'$  を相対的な原点として、羽根面を形成したとき、ベースの羽根 $1O'$  をボス部半径 $R_b$  の円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図を示す。なお実線が本発明の羽根 $1$  を示す。図中、ベースの羽根のそり線5を円弧形状とし、その内弧を形成するための中心角であるそり角 $\theta$ 、円弧を形成する半径を $RR_O$  とする。このとき、そり角 $\theta$  の半径方向分布を $\theta = (\theta_t - \theta_b) \times (R - R_b) / (R_t - R_b) + \theta_b$  ( $\theta_t$  : 羽根外周部でのそり角,  $\theta_b$  : 羽根ボス部でのそり角)

とし、 $\theta_t = 25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ,  $\theta_b = 30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ,  $\theta_t < \theta_b$  としている。また、羽根の取付位置は、その翼弦線 $1baO' - 1CO'$  と、回転部3と平行でベースの羽根 $1O'$  の羽根前縁部 $1b'aO'$  を通る直線6とのなす角度を

特開平9-68199

40

食い違い角をとし、 $\theta$  に半径方向の分布をもたせることにより決定する。すなわち $\theta$  の半径方向分布を $\theta = (\theta_t - \theta_b) \times (R - R_b) / (R_t - R_b) + \theta_b$  ( $\theta_t$  : 羽根外周部での食い違い角,  $\theta_b$  : 羽根ボス部での食い違い角) とし、 $\theta_t = 55^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ,  $\theta_b = 40^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ,  $\theta_t > \theta_b$  としている。このようなベースの羽根 $1O'$  に対し、本発明での軸流送風機の羽根 $1$  は、前記羽根 $1O'$  とそり角 $\theta$ 、食い違い角 $\theta$  が同一のまま、ボス部半径 $R_b$  での翼弦を、図84で示した羽根前縁ボス部延長終点 $1b'b'$  まで回転方向に延長し、本図における前記羽根 $1O'$  のボス部半径 $R_b$  における翼弦長 $1bO$  と点 $1b'b$  ~羽根後縁部 $1Cb$  までの翼弦長 $1b$  とし、この差を $\Delta L_b$  ( $= L_b - L_bO$ ) とし、羽根ボス部延長開始点 $1b's$  における半径 $R_s$  での翼弦長 $L_S$  とすると、ボス部半径 $R_b$  から前記半径 $R_s$  までの翼弦長 $L_S$  の半径方向分布を $L = \Delta L_b / (R_s - R_b) \times (R - R_s) + L_S$  ( $R_b \leq R \leq R_s$ ) で与え、羽根形状を形成したものである。

【0095】このように形成することにより、図85のようにベースの羽根 $1O'$  に比べ翼弦長が長くなり、羽根面上での圧力上昇が稼げるとともに、高圧損時、図84のY-Y断面である図86において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する安定した漩渦 $1O$  により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れ $12$  がこの漩渦 $1O$  に誘導されながら図87のように外部へ送風される。これにより、従来の軸流送風機における問題点として、図102に示したような、高圧損時における羽根前縁部 $1b$  付近の吸い込み流れ $12$  の剥離による羽根負圧面8上の流れ $11$  の乱れを無くせ、低騒音化を図ることができる。また、従来の軸流送風機では、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、図98のように羽根前縁部 $1b$  のボス部寄り付近とボス部 $2$ との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止していた。そのため、図98のB-B断面を展開した展開図である図103に示すように、板厚の厚い羽根前縁部 $1b$  で吸い込み流れ $12$  が衝突し、負圧面上の吸い込み流れ $11$  が乱れていた。本発明において、図84のように羽根 $1$  とボス部の接続部をR形状みに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

【0096】しかし、前記直線 $1baO' - O$  を原点〇を中心回転方向させる時の羽根ボス部前進延長角 $\delta\alpha_b$  つまり、ボス部半径 $R_b$  における翼弦長 $1b$  が大きすぎると図85に相当する図88において、羽根後縁部 $1Cb$  付近で、羽根負圧面8上の流れ $11$  や漩渦 $1O$  が羽根負圧面8から剥離を起こしたり、図89に示す軸流送風機全周をボス部半径 $R_b$  の円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる全局展開図を示すように、

(22)

41

羽根1の負圧面8を剥離した負圧面上の流れ11と統合10が次に旋回してくる羽根1Nの圧力面9Nの流れ13に乱れを与える。騒音悪化が起こり、また、羽根前縁ボス部延長開始点1b's'での半径R'sが小さすぎると効果がなくなり、かつ強度不足となる。従って、この角度 $\delta\alpha b$ および半径R'sの最適範囲が存在する。

【0097】図90は、ベースになる従来の軸流送風機と上記第11の発明の一実施例による軸流送風機との流速係数 $\mu$ に対する圧力係数 $\psi$ の関係および比騒音K's [dB(A)]を実験的に求めた特性図である。図中丸、黒四角は従来の軸流送風機の特性、最小比騒音を、×、□は第11の発明の一実施例における軸流送風機の特性、最小比騒音を示す。この特性図からわかるように、従来に比べ、動作領域が低風速側まで伸びかつ全体的に高静圧化が図られている。一方、比騒音K'sは最大で3[dB(A)]の低減が図れ低騒音である。図91は、羽根前縁ボス部延長開始点1b'sにおける半径R's=一定の時の羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta\alpha b$ の大きさによって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音K'sは、動作点によって変化するため、比騒音K'sが最小となる動作点での値を最小比騒音K's minとしてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta\alpha b$ が20°~55°の間であれば、ベースの羽根である従来の軸流送風機に対し、最小比騒音K's minの値は小さく、最高3.0[dB(A)]低騒音である。

【0098】図92は、羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta\alpha b$ =一定の時の、図47における羽根前縁ボス部延長開始点1b's'における半径R'sと羽根外周部半径R'tの比率( $= R's / R't$ )の大きさによって、騒音特性への影響を実験的に求めたものである。このとき比騒音K'sは、動作点によって変化するため、比騒音K'sが最小となる動作点での値を最小比騒音K's minとしてグラフ化している。図に示すように、羽根前縁ボス部延長開始点1b's'における半径R'sが羽根外周部半径R'tの40~60%の間にあれば、最小比騒音K's minは低く、ベースの羽根である従来の軸流送風機に対し、最高3.0[dB(A)]低騒音である。図93は、羽根前縁ボス部延長開始点1b's'における半径R'sと羽根外周部半径R'tの比率( $= R's / R't$ )と羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta\alpha b$ の騒音特性への影響を実験的に検討し、比騒音K'sが最小となる動作点での値をグラフ化したものである。

【0099】図より、 $0.4 \leq R's / R't \leq 0.6$ かつ $20^\circ \leq \delta\alpha b \leq 50^\circ$ であれば、最小比騒音K's minは十分小さく低騒音である。図94は、羽根前縁ボス部延長開始点1b's'における半径R'sと羽根外周部半径R'tの比率と羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta\alpha b$ の羽根への最大応力 $\sigma$ への影響を実験的に検討したものである。図中R's/R'tの値を示す●はベースの羽根である軸流送風

(特開平9-68199)

42

機の羽根前縁ボス部より部分を局所的に板厚を厚くしなかった場合の最大応力である。図より、 $0.4 \leq R's / R't \leq 20^\circ \leq \delta\alpha b$ であれば、羽根の強度は十分である。従って、図93、94より $0.4 \leq R's / R't \leq 0.6$ かつ $20^\circ \leq \delta\alpha b \leq 50^\circ$ であれば、低騒音かつ強度が十分な羽根を得られる。

【0100】この軸流送風機は、羽根を取り付けて回転するボス部と、回転方向に面する羽根前縁部、回転方向と反対方向に面する羽根後縁部、およびボス部に対向する羽根外周部から周が構成される羽根とを有する軸流送風機の羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、その羽根断面におけるそり線の形状を円弧形状とし、その円弧を形成するための中心角を $\theta$ (θ:そり角)とした場合、θの半径方向分布を $\theta = (\theta t - \theta b) \times (R - R_b) / (R_t - R_b) + \theta b$ (θt:羽根外周部でのそり角、θb:羽根ボス部半径Rbにおけるそり角)で与え、θt=25°~35°、θb=30°~55°、θt<θbとし、上記展開図において、羽根の翼弦線と上記回転軸と平行で上記羽根の前縁部を通る直線とのなす角度を $\delta\theta$ (δθ:食い違い角)とするととき、θの半径方向分布を、 $\delta\theta = (\delta t - \delta b) \times (R - R_b) / (R_t - R_b) + \delta b$ (δt:羽根外周部での食い違い角、δb:ボス部半径Rbにおける食い違い角)で与え、δt=5°~70°、δb=40°~65°、δt>δbとし、かつ上記回転軸と直交する平面に軸流送風機を投影した投影図において、上記羽根のボス部半径Rbの円筒面で切断したときの断面における翼弦線中心点をPbO'andiし、上記回転軸を原点Oとして、上記O点とPbO'点とを結ぶ直線をX軸とした座標系で、上記羽根を任意半径Rの円筒面で切断した時の翼弦線中心点をPR O'andiして、直線PR O' - Oと上記X軸とのなす角度を $\delta\theta$ (δθ:回転方向前進角)とした場合、δθの半径方向分布を  

$$\delta\theta = \delta\theta t \times (R - R_b) / (R_t - R_b)$$

$$(R_t:羽根外周部半径、R_b:羽根ボス部半径、\delta\theta t:直線PbO' - OとX軸のなす角度)で与え、\delta\theta tを25~40°とし、さらに、翼弦長LO、羽根間の円周方向距離(ピッチ)であるTとの比で定義される節弦比T/Lの値を、各半径点においてT/L=1.1~2.0とし、まず羽根形状1O'を形成し、前記投影図において、羽根1O'のボス部半径Rbにおける羽根前縁部上の1baO'を原点Oを結んだ直線1baO' - Oを、原点Oを中心回転方向に20~50°の間である角度δαb分回転させた時の点を羽根前縁ボス部延長終点1bb'としたとき、羽根を任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を2次元平面に展開して得られる展開図において、前記羽根1Oとそり角θ、食い違い角δθが同一のまま、ボス部半径Rbでの翼弦を、前記点1bb'まで延長し、このときの前記羽根1Oのボス部半$$

(23)

43

径 $R_b$ における翼弦長 $L_b$ 〇と前記点 $1_b$ ～羽根後縁部 $1_C$ までの翼弦長 $L_b$ 、この差を $\Delta L_b$ とし、羽根外周部半径の40～60%の半径 $R_s$ での羽根前縁部上の点 $1_b$ ～ $1_s$ での翼弦長 $L_s$ とすると、ボス部半径 $R_t$ から前記羽根前縁部上の点 $1_b$ ～ $1_s$ までの翼弦長 $L$ の半径方向分布を

$$L = \Delta L_b / (R_s - R_b) \times (R - R_s) + L_s \quad (R_b \leq R \leq R_s)$$

で与え、羽根形状を形成したものであるので、ベースの羽根 $1_O$ に比べ翼弦長が長くなり、羽根面上での圧力上昇が稼げるとともに、高圧損時、羽根前縁部のボス部寄り部分において、圧力面9から負圧面8への流れの回り込みにより発生する縦渦により、流れは羽根面上に沿い、かつ吸い込み流れがこの縦渦に誘導されながら外部へ送風され、高圧損時における羽根前縁部付近の吸い込み流れの剥離による羽根負圧面上の流れの乱れを無くせ、低騒音化を図ることができ、かつ、台風などの強風により強制的にファンが高回転するときの対処として、羽根前縁部のボス部寄り付近とボス部との接続部の羽根の板厚を一部厚くして、羽根の付け根の強風による応力集中を回避し、破損を防止することなく、羽根とボス部の接続部をR形状ぎみに羽根形状を形成したものであるため、応力集中を回避でき、板厚を局部的に厚くする必要がなくなる。

#### 【0101】実施例12

図95は、上記の発明に係る軸流送風機を組み込んだ空気調和機の室外機を示す斜視図である。図95は、上述の発明に係る羽根 $1$ を有する軸流送風機 $2$ 〇を組み込んだ空気調和機の室外機 $1$ 〇を示す説明図である。又図96は、同様に本発明の軸流送風機 $2$ 〇を含めた冷凍サイクルの説明図である。図96において、冷房時の冷媒の流れを実線矢印で、暖房時の冷媒の流れを破線矢印で示す。暖房時において圧縮機 $2$ 〇から四方弁 $2$ ～ $3$ を通った冷媒は室内側熱交換器 $2$ ～ $5$ にて凝縮され、フレア $2$ ～ $7$ 、延長パイプ $2$ ～ $8$ 、フレアバルブ $2$ ～ $6$ を介し絞り $2$ ～ $9$ で圧力が低下して室外側熱交換器 $2$ ～ $4$ にて蒸発し、圧縮機へ戻る。この室外側熱交換器 $2$ ～ $4$ は外気環境の変化にさらされており、露や霜がつきやすい。又周囲のホコリ等を吸い込む汚れる機械が一段と多い。このような室外熱交換器 $2$ ～ $4$ に、露や霜が全面あるいは一部に付着したり、ゴミ等が多少なりとついた場合、風路抵抗が過大となり、高圧力損失状態となる。しかも、蒸発器として使う場合には高風量が必要となる。このような条件においても、本発明形状の羽根を有する軸流送風機は特性能に広い範囲での能力が発揮できるとともに低騒音を保つことができる。さらに従来の装置に比し多い風量を得るので、熱交換器による熱交換能力がふえ、効率の良い空気調和機が実現できる。

#### 【0102】

【発明の効果】この発明に係る軸流送風機は、背面で生

特開平9-68199

44

成する気体の圧力上昇を高くできるので、風路抵抗すなわち圧力損失が大きい時でも使用できる。さらに抵抗の小さい風路でも羽根表面渦によって風を外部から取り込めるようになり、風量を多く出せる。したがって、ファン性能として失速の少ない使用範囲が広い軸流送風機が得られる。又、この発明に係る軸流送風機は、羽根形状により安定して渦を制御でき、渦が風の流れを羽根面に沿わせるので次に回転してくる羽根の圧力面側の流れの乱れを防止でき騒音を低下させることができる。又、本発明においては、性能が良く強度的にも信頼性の高い軸流送風機が得られる。又、周囲の変化の影響が少ない空気調和機が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 発明に係る実施例1による軸流送風機の斜視図

【図2】 発明に係る実施例1による軸流送風機の正面図

【図3】 発明に係る実施例1による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図4】 発明に係る実施例1による軸流送風機の図3におけるY-Y断面図

【図5】 発明に係る実施例1による軸流送風機の図3におけるX-X断面図

【図6】 発明に係る実施例1による軸流送風機と従来の軸流送風機の流路係数 $\phi$ と比騒音 $K_s$ 、圧力係数 $\psi$ の関係を示すグラフ

【図7】 発明に係る実施例2による軸流送風機の斜視図

【図8】 発明に係る実施例2による軸流送風機の正面図

【図9】 発明に係る実施例2による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図10】 発明に係る実施例2による軸流送風機の図9におけるY-Y断面図

【図11】 発明に係る実施例2による軸流送風機の三角形平板7の取付方法を示す図

【図12】 発明に係る実施例2による軸流送風機の図9におけるX-X断面図

【図13】 発明に係る実施例2による軸流送風機の回転角度 $\beta$ =一定での羽根外周部半径 $R_t$ に対する三角形平板7の頂点である羽根前縁部上の点 $1_b$ ～ $1_s$ における任意半径 $R_s$ の比率 $R_s/R_t$ に対する最小比騒音のグラフ

【図14】 発明に係る実施例2による軸流送風機の任意半径 $R_s/R_t$ に対する三角形平板7のボス部半径 $R_t$ における頂点を決定するときの回転角度 $\beta$ に対する最小比騒音のグラフ

【図15】 発明に係る実施例2による軸流送風機の羽根外周部半径 $R_t$ に対する三角形平板7の頂点である羽根前縁部上の点 $1_b$ ～ $1_s$ における任意半径 $R_s$ の比率 $R_s$

(24)

特開平9-68199

45

$/R_t$  と三角形平板 7 のボス部半径  $R_b$  における頂点を決定するときの回転角度  $\beta$  に対する最小比騒音  $K_s \text{ min}$  のグラフ

【図 16】発明に係る実施例 3 による軸流送風機の斜視図

【図 17】発明に係る実施例 3 による軸流送風機の正面図

【図 18】発明に係る実施例 3 による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図 19】発明に係る実施例 3 による軸流送風機の図 18 における X-X 断面図

【図 20】発明に係る実施例 3 による軸流送風機の回転角度  $\beta =$  一定での羽根外周部半径  $R_t$  に対する三角形平板 7 の頂点である羽根前縁部上の点 1 b s における任意半径  $R_s$  の比率  $R_s / R_t$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 21】発明に係る実施例 3 による軸流送風機の任意半径  $R_s / R_t =$  一定における三角形平板 7 のボス部半径  $R_b$  における頂点を決定するときの回転角度  $\beta$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 22】発明に係る実施例 3 による軸流送風機の羽根外周部半径  $R_t$  に対する三角形平板 7 の頂点である羽根前縁部上の点 1 b s における任意半径  $R_s$  の比率  $R_s / R_t$  と三角形平板 7 のボス部半径  $R_b$  における頂点を決定するときの回転角度  $\beta$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 23】発明に係る実施例 4 による軸流送風機の斜視図

【図 24】発明に係る実施例 4 による軸流送風機の正面図

【図 25】発明に係る実施例 4 による軸流送風機の図 24 における A-A 断面図

【図 26】発明に係る実施例 4 による軸流送風機と従来の軸流送風機の周波数特性図

【図 27】発明に係る実施例 5 による軸流送風機の斜視図

【図 28】発明に係る実施例 5 による軸流送風機の正面図

【図 29】発明に係る実施例 5 による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図 30】発明に係る実施例 5 による軸流送風機の図 29 における X-X 断面図

【図 31】発明に係る実施例 5 による軸流送風機の負圧面上の流れを示す斜視図

【図 32】発明に係る実施例 4 による軸流送風機と従来の軸流送風機の流速係数  $\alpha$  と比騒音  $K_s$  、圧力係数  $\beta$  の関係を示すグラフ

【図 33】発明に係る実施例 6 による軸流送風機の斜視図

【図 34】発明に係る実施例 6 による軸流送風機の正面図

46

【図 35】発明に係る実施例 6 による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図 36】発明に係る実施例 6 による軸流送風機の図 35 における X-X 断面図

【図 37】発明に係る実施例 6 による軸流送風機の回転角度  $\beta =$  一定での羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁部上の点 1 b s における任意半径  $R_s$  の比率  $R_s / R_t$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 38】発明に係る実施例 6 による軸流送風機の任意半径  $R_s =$  一定における回転角度  $\beta$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 39】発明に係る実施例 6 による軸流送風機の羽根外周部半径  $R_t$  に対する任意半径  $R_s$  の比率  $R_s / R_t$  と回転角度  $\beta$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 40】発明に係る実施例 7 による軸流送風機の斜視図

【図 41】発明に係る実施例 7 による軸流送風機の正面図

【図 42】発明に係る実施例 7 による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図 43】発明に係る実施例 7 による軸流送風機の図 42 における A-A 断面図

【図 44】発明に係る実施例 7 による軸流送風機の負圧面上の流れを示す斜視図

【図 45】発明に係る実施例 7 による軸流送風機の羽根外周部  $R_t$  に対する羽根前縁部ボス部付近とボス部との接続部分のコーナー  $R$  の半径  $R_R$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 46】発明に係る実施例 7 による軸流送風機の羽根外周部  $R_t$  に対する羽根前縁部とボス部との接続部分の  $R$  形状の半径  $R_R$  に対するこの部分にかかる最大応力  $\sigma$  のグラフ

【図 47】発明に係る実施例 8 による軸流送風機の斜視図

【図 48】発明に係る実施例 8 による軸流送風機の正面図

【図 49】発明に係る実施例 8 による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図 50】発明に係る図 49 の羽根のボス部半径  $R_b$  の円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる扇開図

【図 51】発明に係る図 49 における X-X 断面における安定した漩渦および流れの様子を示した図

【図 52】発明に係る実施例 8 による軸流送風機の負圧面上の流れを示す斜視図

【図 53】発明に係る実施例 8 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\delta_{\alpha b}$  が大きいときの羽根負圧面上の流れを示した図

【図 54】発明に係る実施例 8 による軸流送風機の羽根前縁部上の羽根前縁ボス部延長開始点 1 b s における

(25)

47

半径  $R_s$  = 一定時における羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 5 5】 発明に係る実施例 8 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  = 一定時における、羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 5 6】 発明に係る実施例 8 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  と羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 5 7】 発明に係る実施例 8 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  と羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する羽根にかかる最大応力  $\sigma$  のグラフ

【図 5 8】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の斜視図

【図 5 9】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の正面図

【図 6 0】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図 6 1】 発明に係る図 6 0 の羽根のボス部半径  $R_b$  の円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図

【図 6 2】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の図 6 0 における X-X 断面における流れを示した図

【図 6 3】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の負圧面上の流れを示す斜視図

【図 6 4】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の図 6 1 に相当する図における羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  が大きすぎたときの負圧面上の流れを示した図

【図 6 5】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の図 6 0 における任意半径  $R$  の円筒面で軸流送風機全周を切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる全周展開図

【図 6 6】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機と実施例 9 の軸流送風機の羽根のベースとなる羽根をもつ軸流送風機の流量係数  $\mu$  と比騒音  $K_s$ 、圧力係数  $\eta$  の関係を示した図

【図 6 7】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の羽根前縁部上の羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  = 一定時における羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 6 8】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  = 一定時における、羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 6 9】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の羽

特開平 9-68199

48

根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  と羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 7 0】 発明に係る実施例 9 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  と羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する羽根にかかる最大応力  $\sigma$  のグラフ

【図 7 1】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の斜視図

【図 7 2】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の正面図

【図 7 3】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図 7 4】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の羽根のボス部半径  $R_b$  の円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる展開図

【図 7 5】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の図 7 3 の X-X 断面における流れを示した図

【図 7 6】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の負圧面上の流れを示す斜視図

【図 7 7】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  が大きいときの羽根負圧面上の流れを示した図

【図 7 8】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の羽根前縁部上の羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  = 一定時における羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 7 9】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  = 一定時における、羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 8 0】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  と羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する最小比騒音のグラフ

【図 8 1】 発明に係る実施例 10 による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角  $\alpha_b$  と羽根外周部半径  $R_t$  に対する羽根前縁ボス部延長開始点  $1_b$  における半径  $R_s$  との比率  $R_s/R_t$  に対する羽根にかかる最大応力  $\sigma$  のグラフ

【図 8 2】 発明に係る実施例 11 による軸流送風機の斜視図

【図 8 3】 発明に係る実施例 11 による軸流送風機の正面図

【図 8 4】 発明に係る実施例 11 による軸流送風機の回転軸と直交する平面に羽根を投影したときの投影図

【図 8 5】 発明に係る実施例 11 による軸流送風機の羽根のボス部半径  $R_b$  の円筒面で切断し、その断面を二

(25)

特開平9-68199

49

### 次元平面に展開して得られる展開図

【図86】発明に係る実施例11による噴流送風機の図84におけるY-Y断面における流れを示した図

【図87】 発明に係る実施例11による輸送風機の負圧面上の流れを示す斜視図

【図88】発明に係る実施例1による離陸送風機の図85に相当する図における羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta$ と $\alpha$ が大きすぎたときの負圧面上の流れを示した図

【図89】 発明に係る実施例1による軸流送風機の図84における任意半径Rの円筒面で軸流送風機全周を切断し、その断面を二次元平面に展開して得られる全周展開図

【図90】発明に係る実施例11による軸流送風機と  
実施例11の軸流送風機の羽根のベースとなる羽根をも  
つ軸流送風機の流疊係数 $\psi$ と比騒音 $K_s$ 、圧力係数 $\mu$   
の関係を示した図

【図9-1】 発明に係る実施例1による輸送装置の羽根前縁部上の羽根前縁ボス部延長開始点1b sにおける半径R s =一定時における羽根前縁ボス部前進延長角α bに対する最小比騒音のグラフ

[図92] 発明に係る実験例11による音流送達機の羽根前縁ボス部前進延長角 $\alpha_b$  =一定時における、羽根外周部半径 $R_t$ に対する羽根前縁ボス部前進開始点 $b$ における半径 $R_s$ との比率 $R_s/R_t$ に対する最小比騒音のグラフ

【図9-3】発明に係る実施例1による軸流送風機の羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta_{\text{A1}}$ と羽根外周部半径 $R_{\text{A1}}$ に対する羽根前縁ボス部前進長開始点 $1/b_s$ における半径 $R_s$ との比率 $R_s/R_{\text{A1}}$ に対する最小比騒音のグラフ

【図9-4】 発明に係る実施例1による輸送機の羽根前縁ボス部前進延長角 $\delta$ と羽根外周部半径 $R_t$ に対する羽根前縁ボス部進長開始点 $l_{b,s}$ における半径 $R_s$ との比率 $R_s/R_t$ に対する羽根にかかる最大応力 $c$ のグラフ

【図95】発明に係る第1～11による電流送風機の一つを組み込んだ空気調和機の室外機の斜視図

【図9-6】 発明に係る冷凍サイクルの説明図  
【図9-7】 従来の前進逆回路を示す絶縁図

【図9-8】 従来の輸送機の回転軸と直交する平面

【図9-9】 従来の輸送機の羽根の翼弦線中心点P

【図100】従来の輸送風機の羽根の任意半径Rの円筒面で切断し、その断面を二次元平面に展開して得ら

れる展開図  
【図101】 従来の管流送風機の正面図

【図102】 発明に係わる従来の軸流送風機の図98におけるA-A断面における高圧損時の羽根負圧面上の

【図103】 従来の離流送風機の図97におけるB-

50

B断面における羽根前縁部のボス部付近で羽根板厚が厚い箇所における羽根前縁部および羽根負圧面上の流れを示した図

### 【符号の説明】

1. 羽根

1 O. ベースになる羽根

1'. 投影図における羽根

1 O'. 投影図におけるベースの羽根

1 a. 羽根先端部

1 a'. 投影図における羽根先端部

1 a O. 投影図におけるベースになる羽根の羽根先端部

1 b. 羽根前縁部

1 b O. ベースになる羽根の羽根前縁部

1 b a O. ベースになる羽根の羽根前縁部のボス部半径における点

1 b'. 投影図における羽根前縁部

1 b O'. 投影図におけるベースになる羽根の羽根前縁部

1 b a O'. ベースになる羽根の羽根前縁部のボス部半径における点

1 C. 羽根後縁部

1 C O. ベースになる羽根の羽根後縲部

1 c b. 羽根後縲部上のボス部半径における点

1 C'. 投影図における羽根後縲部

1 C O'. 投影図におけるベースになる羽根の羽根後縲部

1 c b'. 投影図における羽根後縲部上のボス部半径における点

1 d. 羽根外周部

1 d O. ベースになる羽根の羽根外周部

1 d'. 投影図における羽根外周部

1 d O'. 投影図におけるベースになる羽根の羽根外周部

2. ボス部

3. 回転軸

4. 回転方向

5. そり線

6. 回転軸平行線

7. 三角形平板を切削したもの

7'. 投影図における三角形平板

8. 羽根負圧面

8 N. 次に旋回してくる羽根の羽根負圧面

9. 羽根圧力面

9 N. 次に旋回してくる羽根の羽根圧力面

10. 羽根前縲部のボス部寄りの部分に発生する渦

1 1. 羽根負圧面上の流れ

1 2. 羽根の吸い込み流れ

1 3. 羽根圧力面上の流れ

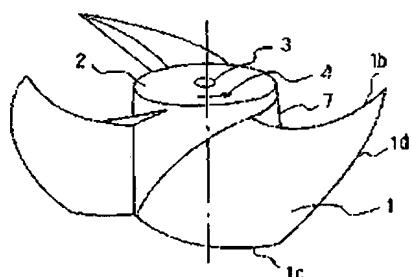
(27)

特開平9-68199

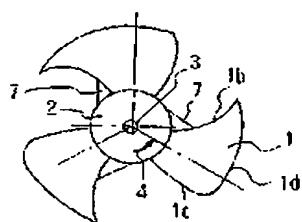
52

- |     |             |       |        |
|-----|-------------|-------|--------|
| 14. | 三角形平板7の挿入方向 | * 23. | 四方弁    |
| 15. | 三角形平板7の挿入治具 | 24.   | 室外熱交換器 |
| 16. | 羽根外周部における渦  | 25.   | 室内熱交換器 |
| 17. | モータ         | 26.   | フレアバルブ |
| 18. | 空気調和機の本体    | 27.   | フレア    |
| 20. | 軸流送風機       | 29.   | 継り     |
| 22. | アクシムレータ     | *     |        |

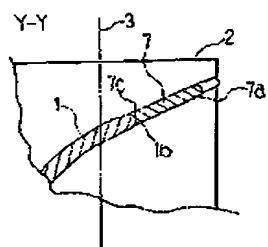
[圖 1]



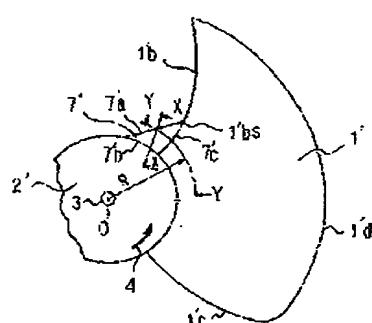
[圖2]



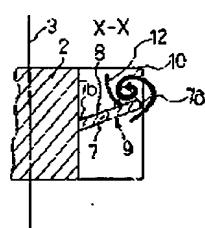
[图4]



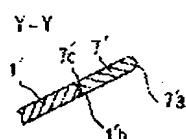
[図3]



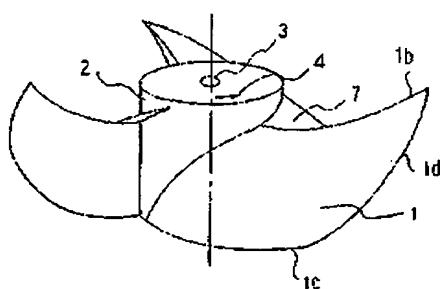
[图6-1]



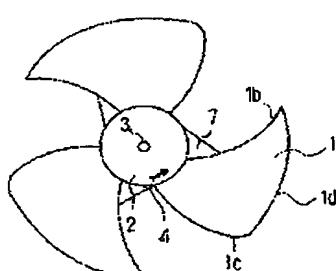
[图 1 (1)]



[图3]



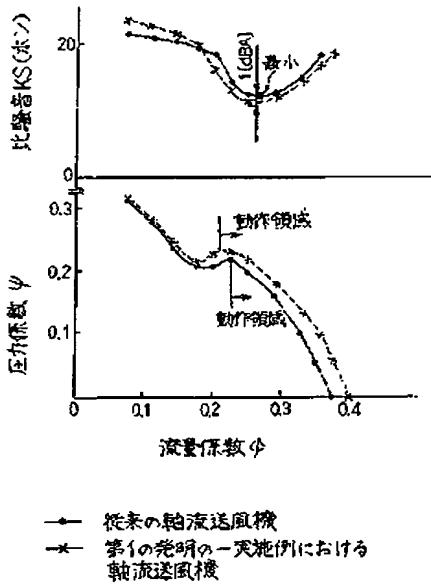
[图8]



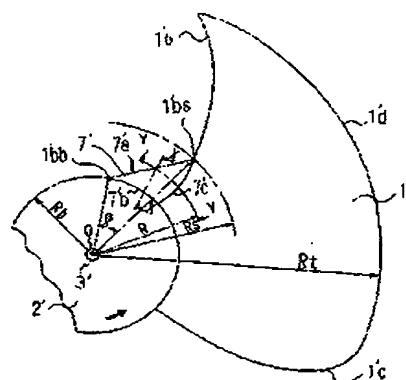
(28)

特開平9-68199

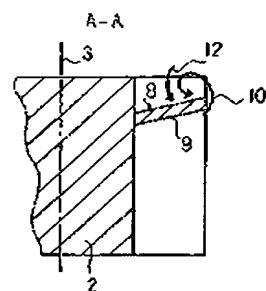
[図6]



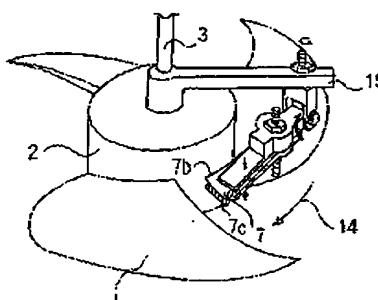
[图9]



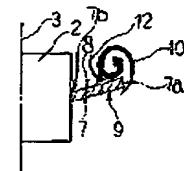
[图25]



[图 11]

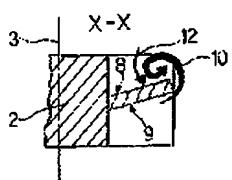


〔図12〕

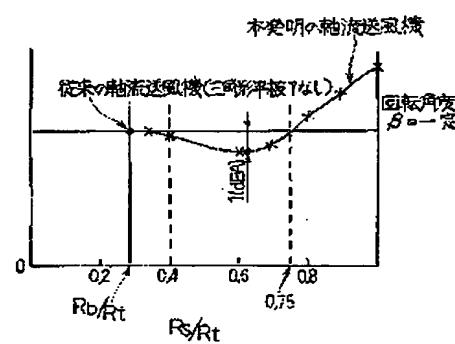


[13]

[图19]



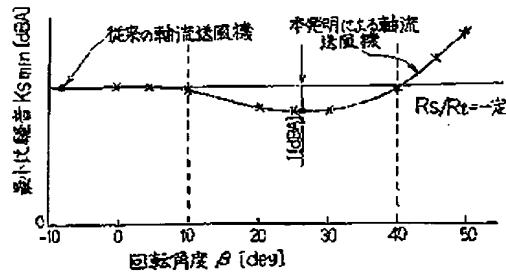
最小比強者



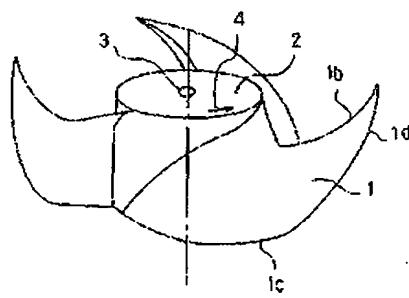
(29)

特開平9-68199

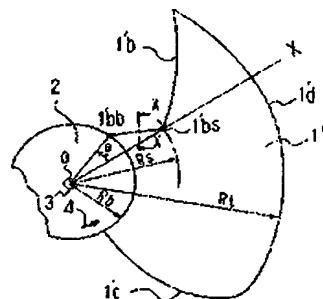
【図14】



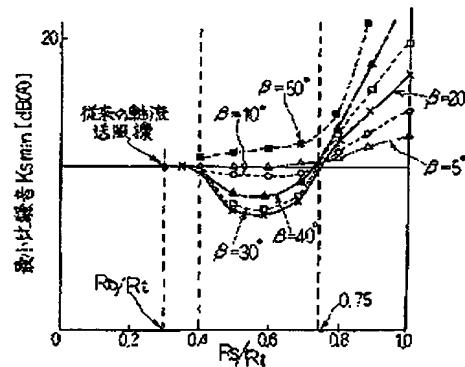
【図16】



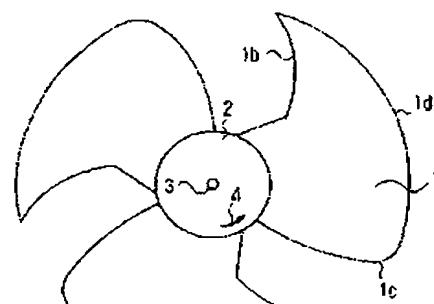
【図18】



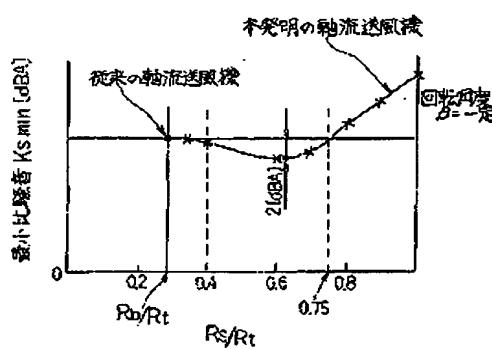
【図15】



【図17】



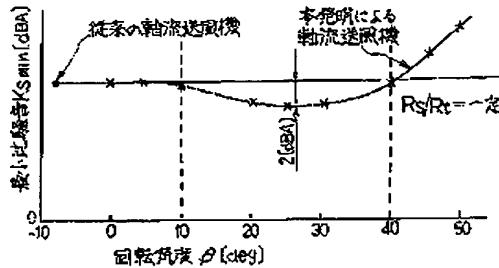
【図20】



(30)

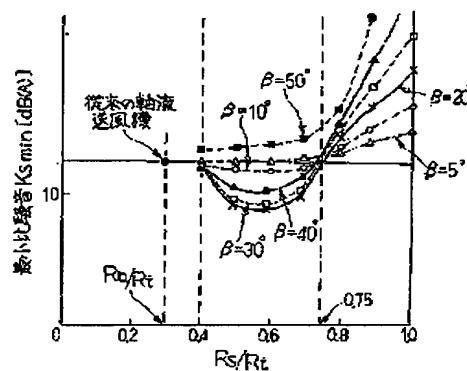
特開平9-68199

〔圖21〕

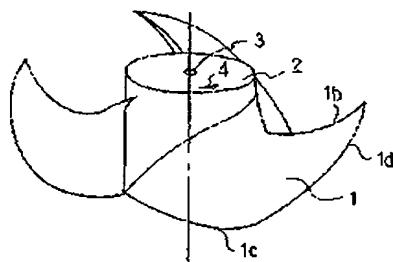


[图23]

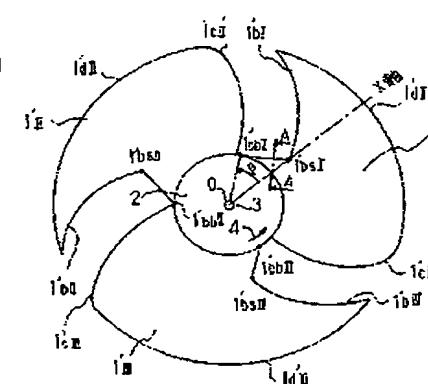
[図22]



[図24]

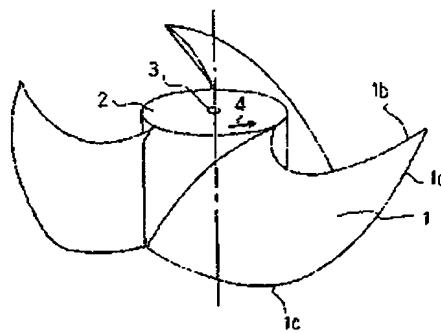
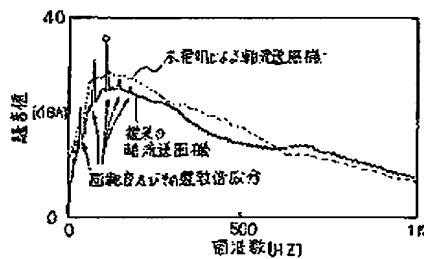


[图30]



〔圖26〕

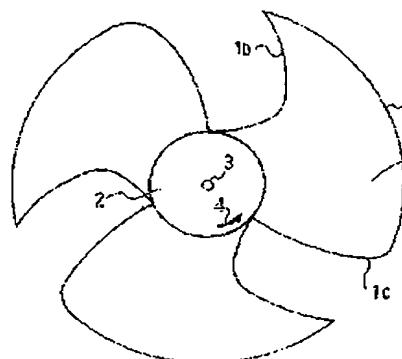
[図27]



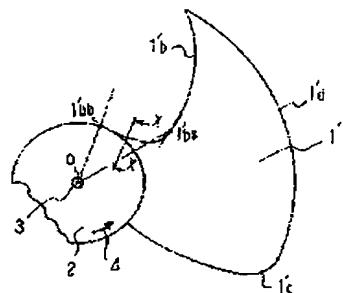
(31)

特開平9-68199

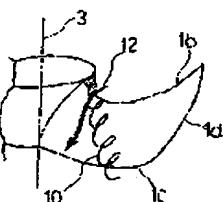
【図28】



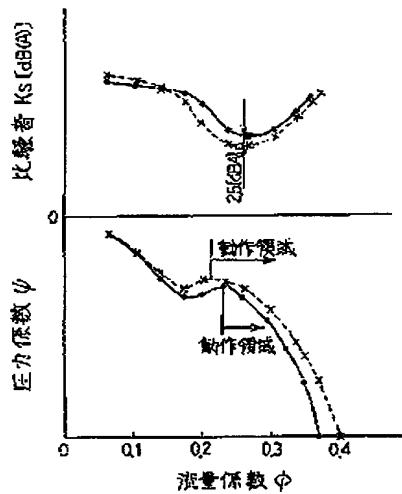
【図29】



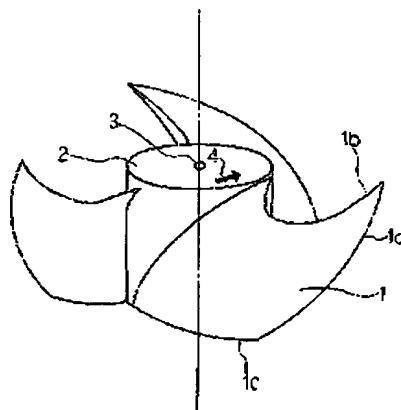
【図31】



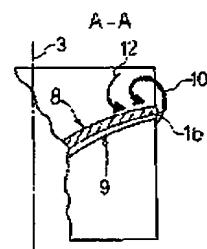
【図32】



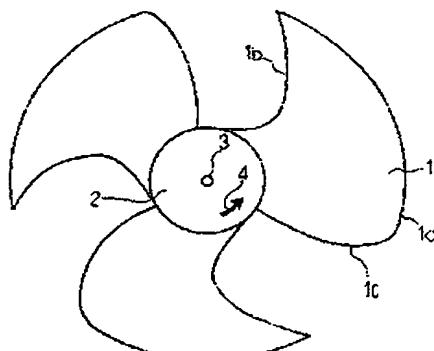
【図33】



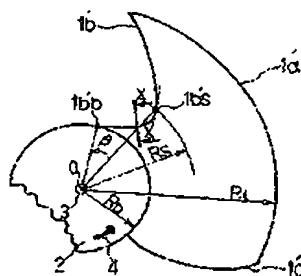
【図43】



【図34】



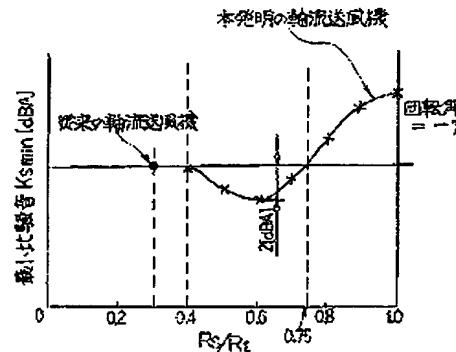
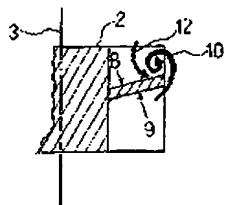
【図35】



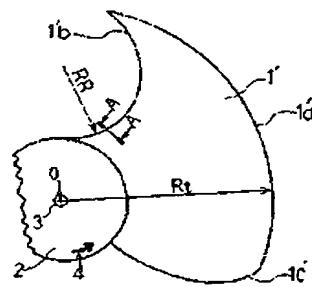
(32)

特開平9-68199

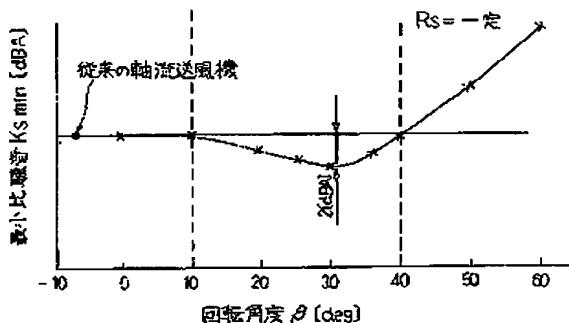
【図36】



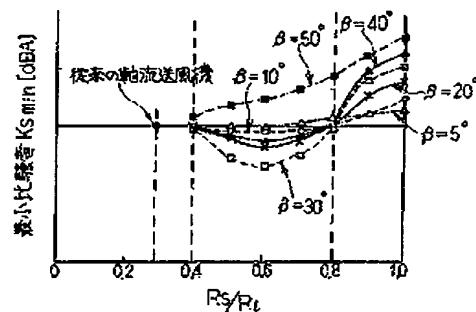
【図42】



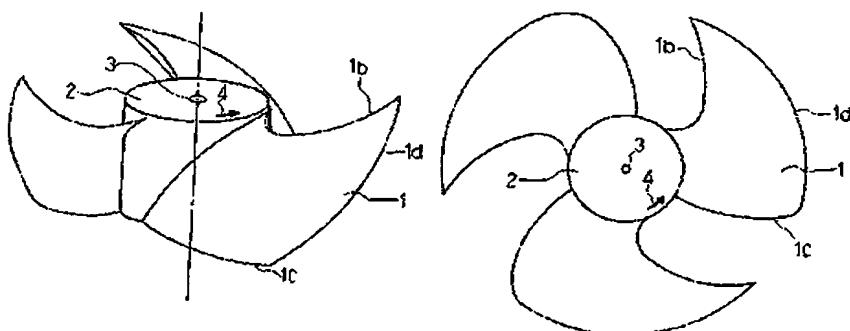
【図38】



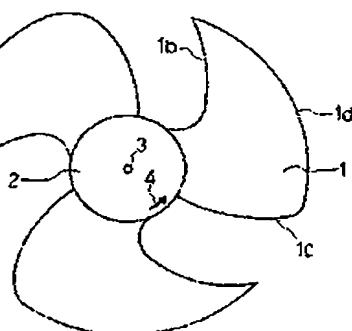
【図39】



【図40】



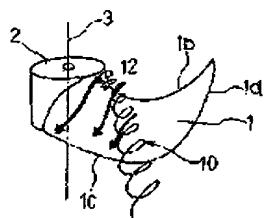
【図41】



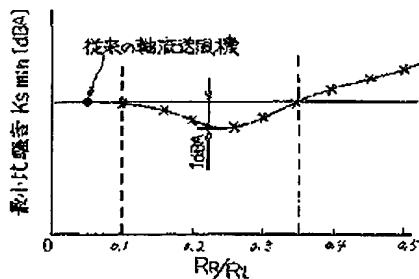
(33)

特開平9-68199

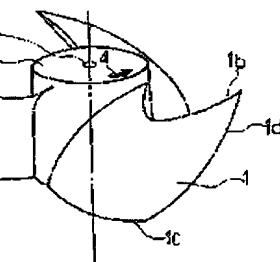
【図44】



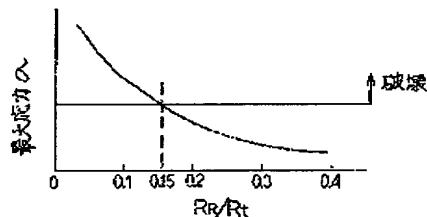
【図45】



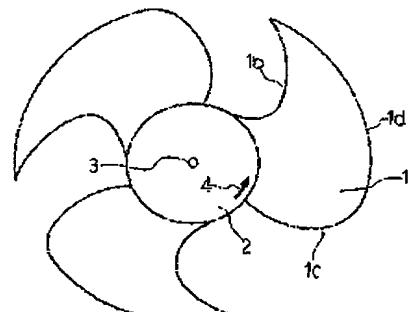
【図47】



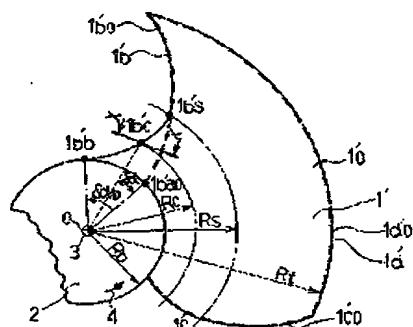
【図46】



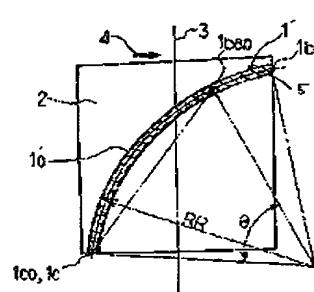
【図48】



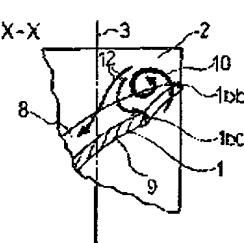
【図49】



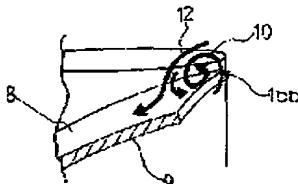
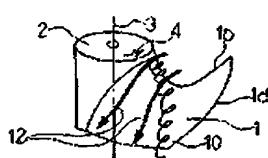
【図50】



【図51】



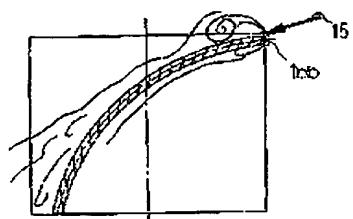
【図52】



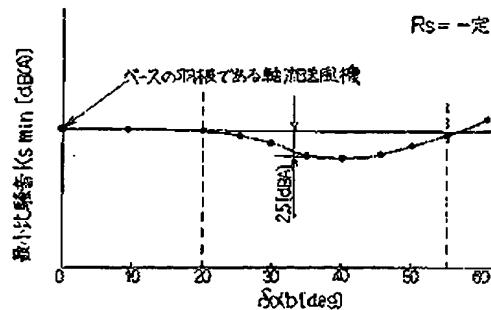
(34)

特開平9-68199

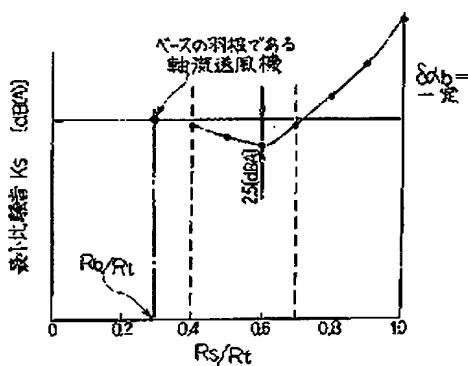
【図5.3】



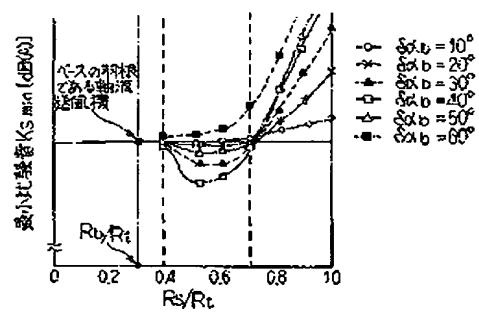
【図5.4】



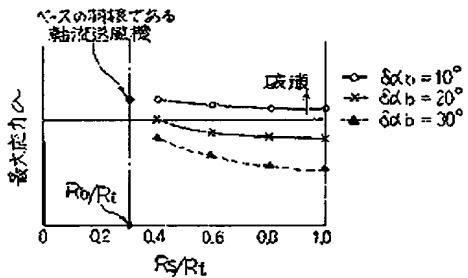
【図5.5】



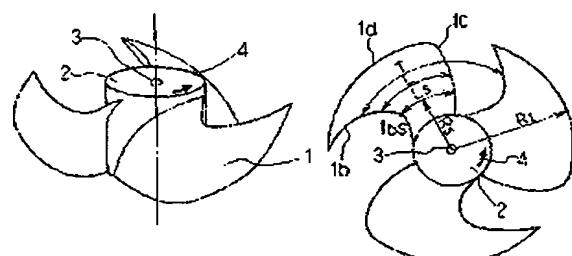
【図5.6】



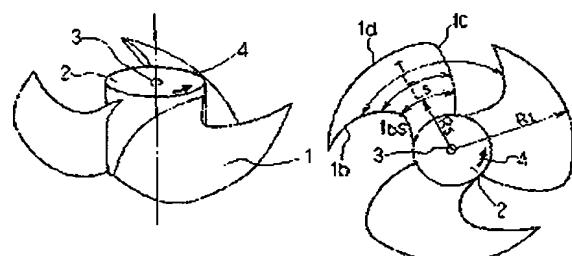
【図5.7】



【図5.8】



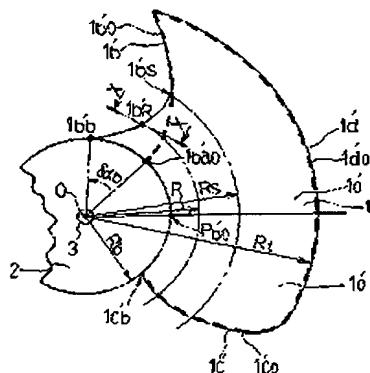
【図5.9】



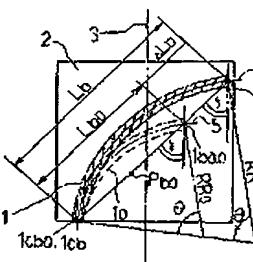
(35)

特開平9-68199

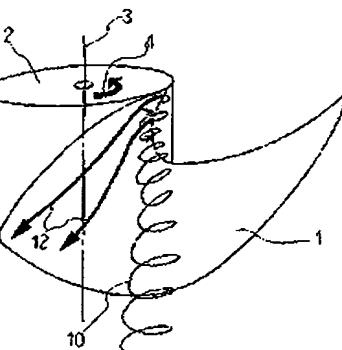
[圖60]



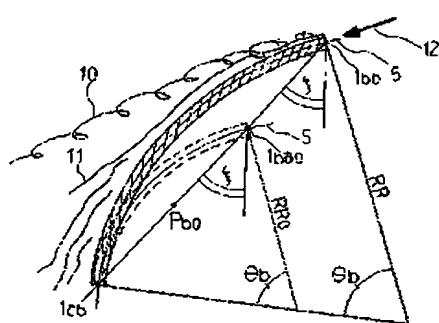
[图61]



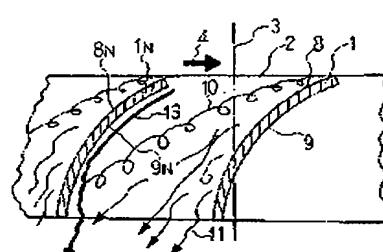
[図63]



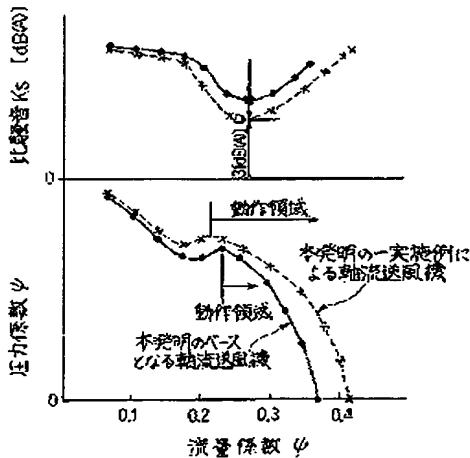
[図64]



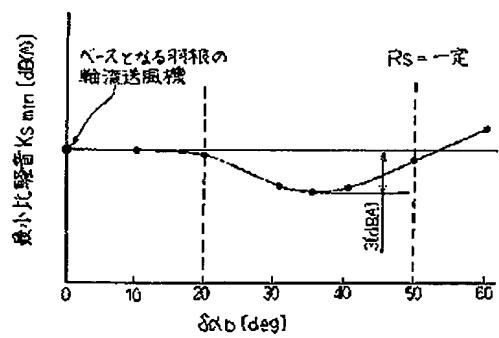
[图65]



[圖 66]



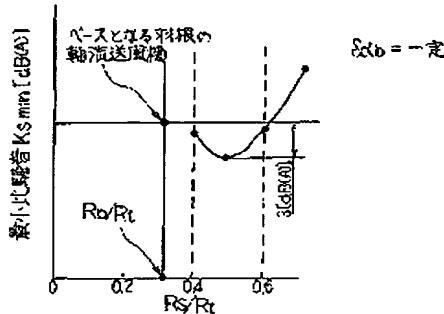
[圖 63]



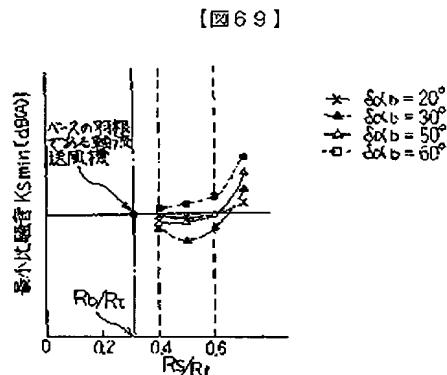
(35)

特開平9-68199

[图68]

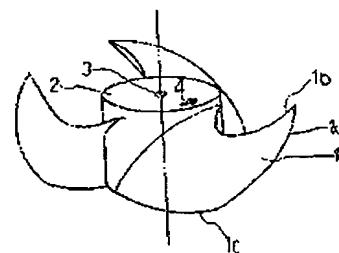


[図70]

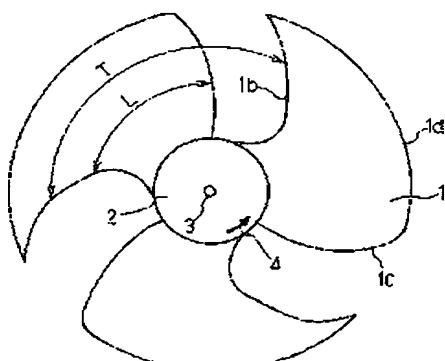


[图7-1]

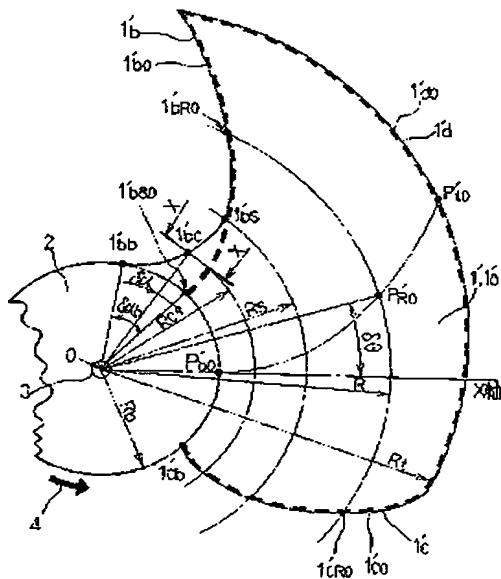
[图72]



[图73]



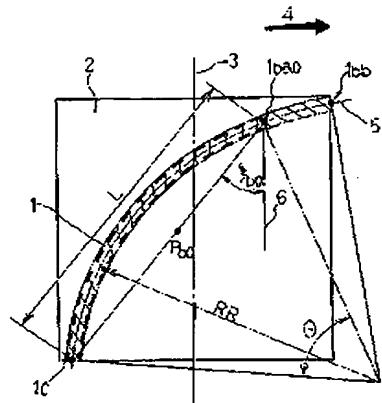
[图72]



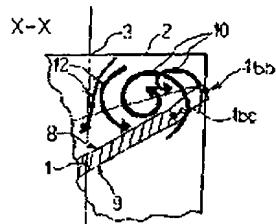
(37)

特開平9-68199

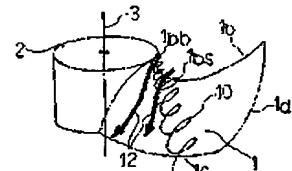
【図74】



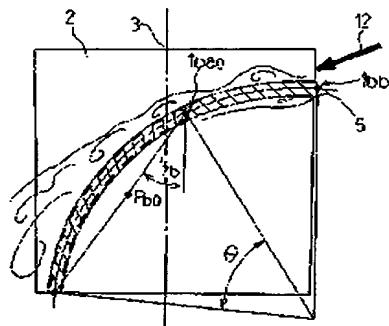
【図75】



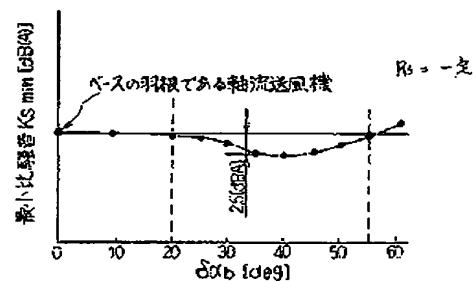
【図76】



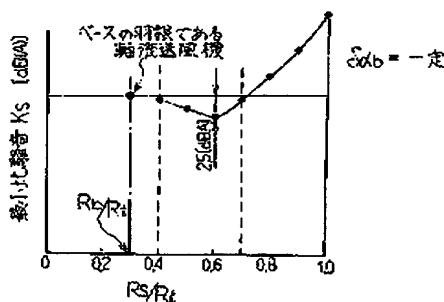
【図77】



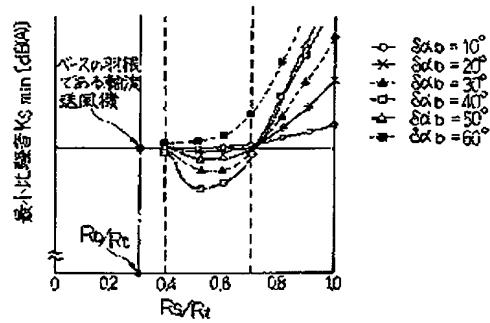
【図78】



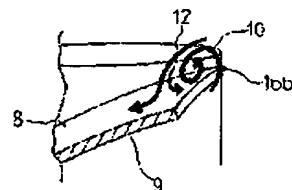
【図79】



【図80】



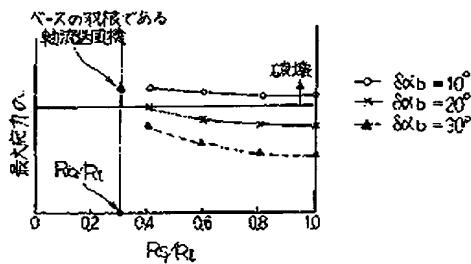
【図86】



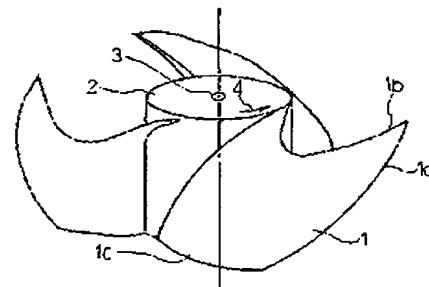
(38)

特開平9-68199

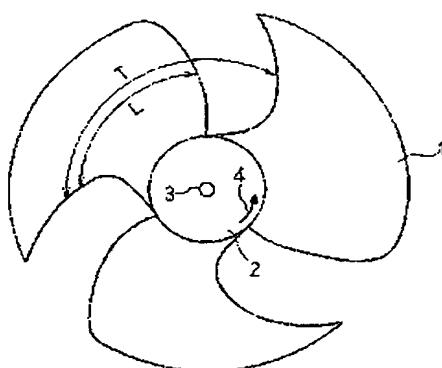
【図81】



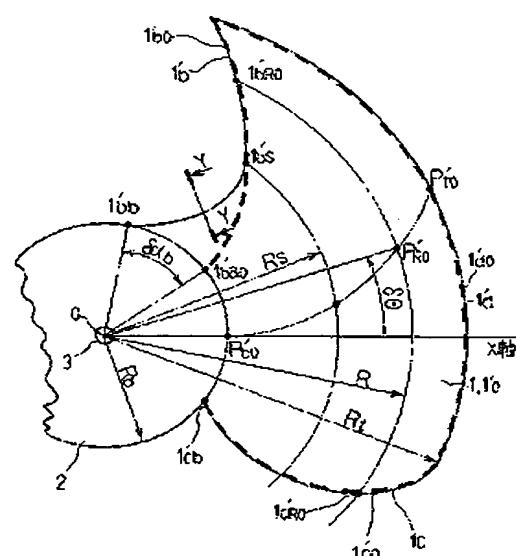
【図82】



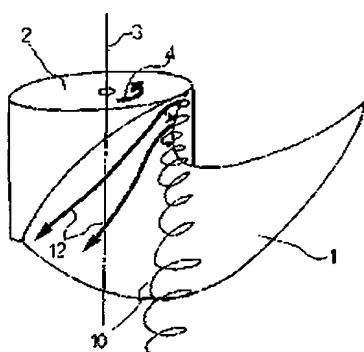
【図83】



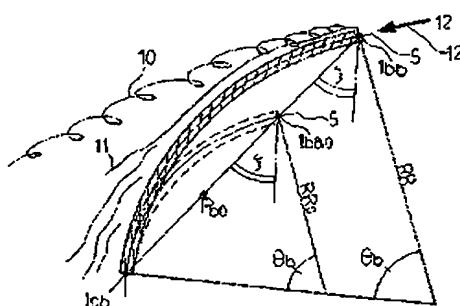
【図84】



【図87】



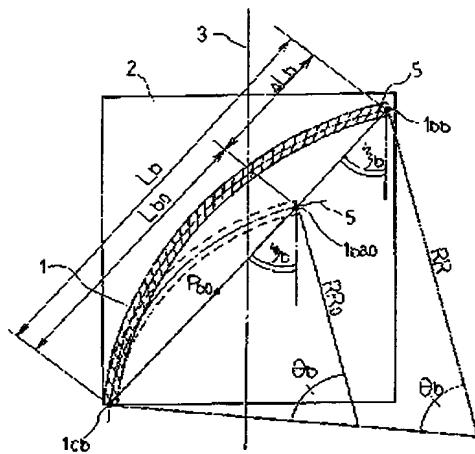
【図88】



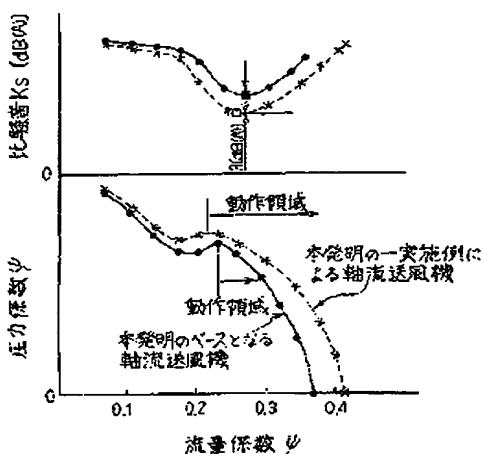
(39)

特開平9-68199

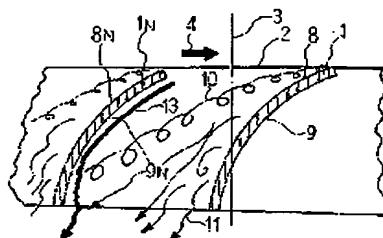
【図85】



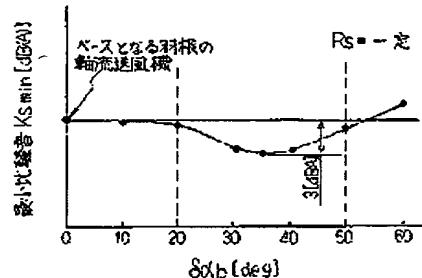
【図90】



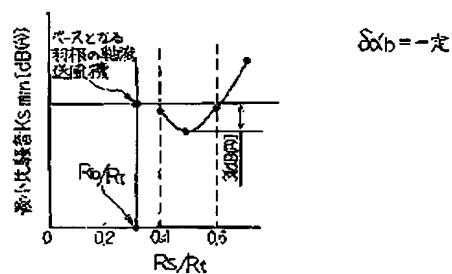
【図89】



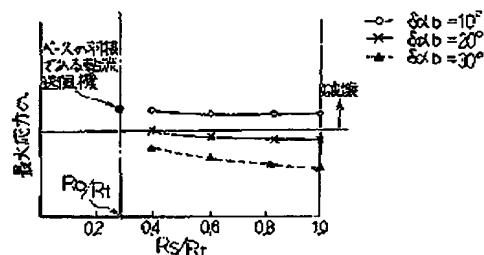
【図91】



【図92】



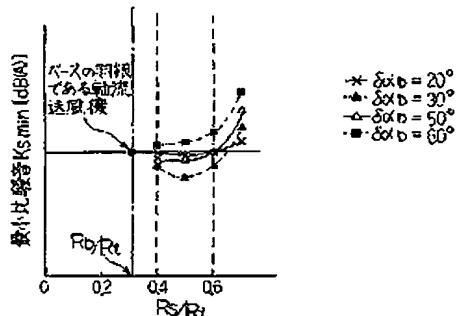
【図94】



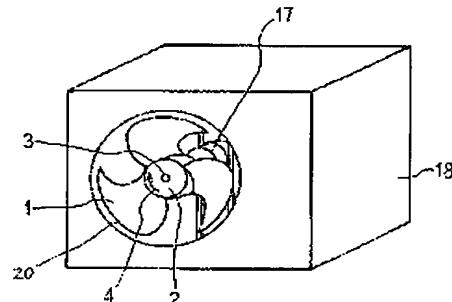
{40}

特開平9-68199

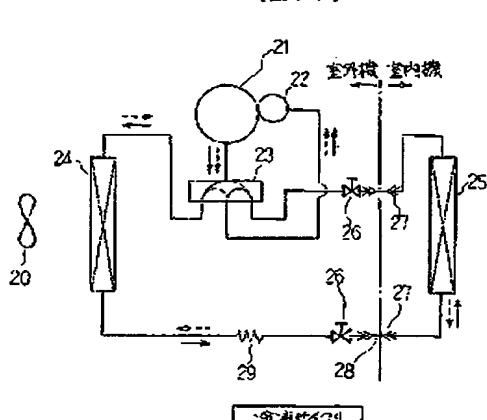
[图93]



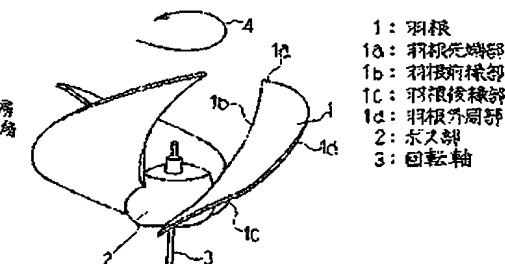
[図95]



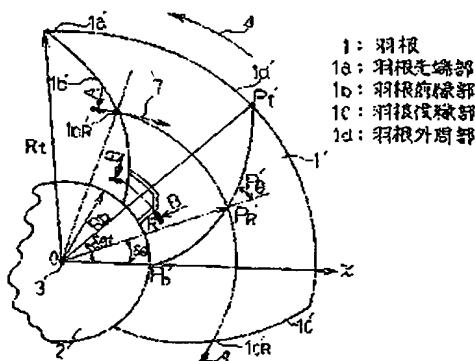
[圖96]



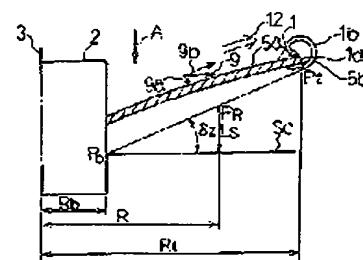
[图97]



[圖 98]



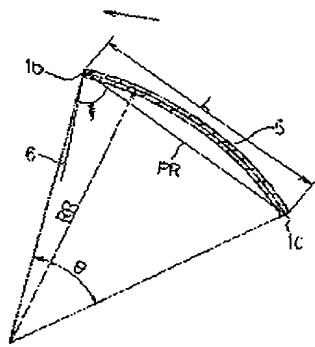
[图99]



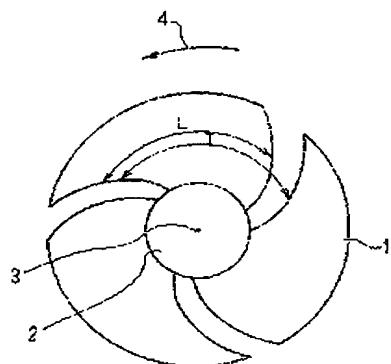
(41)

特開平9-68199

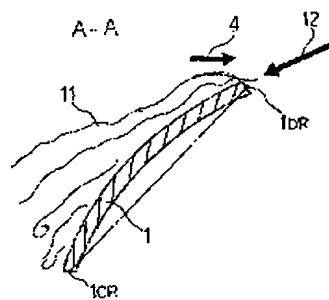
【図100】



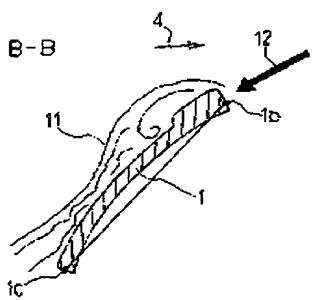
【図101】



【図102】



【図103】



フロントページの続き

(72)発明者 梶中 康雄  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内